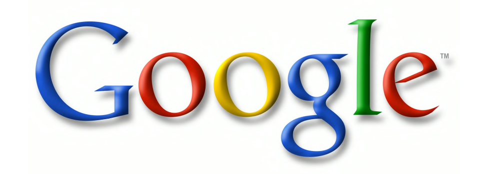
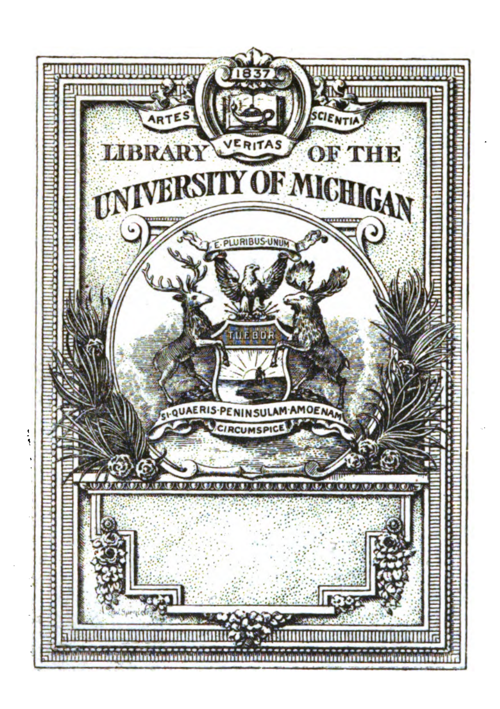





1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XLV.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME QUARANTE-CINQUIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue et place de l'École-de-Médecine, n° 13.

1830.

DE L'IMPRIMERIE DE Ve. THUAU,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

De *l'Hématosine*, ou *matière colorante du sang*.

Par Mr L.-R. Le Canu, pharmacien.

Le docteur Wells, dans un Mémoire publié en 1797, paraît avoir, le premier, attribué la couleur du sang à l'existence d'une substance animale de nature particulière; mais sa manière de voir, appuyée d'argumens plus ingénieux que solides, ne fut généralement pas adoptée, et les chimistes préférèrent admettre, avec Fourcroy et Vauquelin, que le sang était coloré par un sous-phosphate de fer dissous à l'aide d'une petite quantité d'alcali.

Cette opinion, à peine contestée (1), prévalut jusqu'en 1812, époque à laquelle MM. Berzélius et Brande prouvèrent, chacun de leur côté, que l'on pouvait extraire

(1) M. Thenard a constamment attribué la couleur du sang à l'existence d'une matière colorante particulière. (Voir, à ce sujet, les *Élémens de chimie* de Henry, t. II, p. 297.)

du sang une matière colorante de nature animale (1). Suivant M. Berzélius, cette matière serait surtout remarquable en ce qu'elle contiendrait une grande proportion de fer dans un état particulier de combinaison; suivant MM. Brande et Vauquelin, elle en serait au contraire complètement exempte, et ne se distinguerait en rien sous ce rapport des autres matières animales.

Quant aux propriétés qu'ils lui assignent, on remarque entre elles d'assez grandes différences, bien qu'elles tendent en général à établir entre cette substance et l'albumine une singulière analogie : ainsi, par exemple, tandis que M. Berzélius la croit insoluble dans l'acide hydrochlorique aidé même par la digestion, M. Brande lui attribue une grande solubilité dans ce même véhicule.

De semblables différences dans les propriétés et la composition d'une substance dont le rôle dans l'économie animale est extrêmement important, m'ont fait penser

---

(1) Les expériences de M. Berzélius datent de 1808; elles avaient été publiées en Allemagne, dans le *Djur Chemien*, mais ne furent connues en France et en Angleterre que par suite de la communication qu'en fit cet illustre chimiste à la Société de médecine de Londres, à la fin de 1812.

Wells, *Transactions philosophiques* pour 1797, p. 416.

Fourcroy, t. IX, p. 152.

Berzélius, *Annales de Chimie*, t. LXXXVIII, p. 39.

Brande, *idem*, t. LXXXIV, p. 52.

Vauquelin, *Annales de Chimie et de Physique*, t. I, p. 9.

Berzélius, *idem*, t. V, p. 42.

qu'il ne serait point inutile de la soumettre à de nouvelles expériences. Dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je m'occuperai donc de rechercher la cause des anomalies que présente la matière colorante du sang, et en même temps de déterminer si celle qu'on extrait de plusieurs individus contient toujours du fer, et dans des proportions à peu près égales; mais auparavant je rappellerai avec quelques détails les résultats obtenus en soumettant à un examen comparatif approfondi l'albumine et la matière colorante qu'on extrait du sang de bœuf par celui de tous les procédés connus, qui semble devoir être préféré. On verra, par cet exposé, que cette matière, jusque-là distinguée de l'albumine par la couleur seulement, possède plusieurs propriétés essentielles particulières.

Quatre procédés ont été proposés pour obtenir la matière colorante du sang; ils sont dus aux recherches de MM. Vauquelin, Brande, Engelhart et Berzélius: M. Vauquelin conseille de délayer le caillot égoutté dans quatre fois son poids d'acide sulfurique étendu de huit parties d'eau, de chauffer le mélange à soixante-dix degrés pendant cinq à six heures, de filtrer, de laver le résidu avec autant d'eau chaude qu'on a employé d'acide, d'évaporer les liqueurs à moitié, et de les précipiter par l'ammoniaque. Le dépôt formé sera recueilli sur un filtre, lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage cessent de précipiter le nitrate de baryte; et, séché, ce sera la matière colorante du sang.

M. Brande l'obtient en agitant le sang au sortir de la veine, afin d'enlever la fibrine, qui se sépare en longs filamens; puis abandonnant à elle-même la liqueur res-

tante jusqu'à ce qu'il s'y soit formé un dépôt de matière colorante, et décantant le sérum surnageant.

M. Engelhart, dans un travail beaucoup plus récent, propose d'étendre le sang battu de dix parties d'eau, de le chauffer à soixante-cinq degrés, de recueillir le dépôt brun qui se forme, de le laver et de le faire sécher (1).

Pour opérer enfin comme le recommande M. Berzélius, on coupera le caillot en tranches minces, on les placera sur des feuilles de papier brouillard, afin d'absorber le sérum; on les triturera dans une petite quantité d'eau; enfin, l'on exposera la dissolution à l'action de la chaleur. La matière colorante sera coagulée et n'aura plus besoin que d'être lavée, comprimée et séchée.

De ces quatre procédés, le premier, ainsi que l'a parfaitement prouvé M. Berzélius, fournit une très-petite quantité de matière colorante altérée, et mélangée tout à la fois de fibrine et d'albumine.

Le second, de l'aveu même de l'auteur, donne un mélange de matière colorante et de sérum; ils doivent donc être abandonnés.

Le troisième et le quatrième, au contraire, fournissent un produit beaucoup plus pur; toutefois, comme ils offrent tous deux l'inconvénient de présenter la matière colorante dans un état tel qu'on ne peut constater

---

(1) Je dois à mon excellent ami, M. Félix Boudet, la connaissance de ce procédé, que je n'ai trouvé décrit dans aucun ouvrage français. Il n'en est pas fait mention dans l'extrait qu'a donné du Mémoire de M. Engelhart notre habile confrère, M. Robinet. (*Journal de pharmacie*, t. XII, p. 666.)

qu'une partie de ses propriétés en raison de sa complète insolubilité dans l'eau, j'ai cru, pour me la procurer pourvue de toutes ses propriétés primitives, devoir apporter à celui de ces procédés qui en était susceptible une légère modification fondée sur cette observation bien connue, que la solution de matière colorante, évaporée à une température inférieure à celle de cinquante degrés, la reproduit à l'état soluble.

A cet effet, après avoir partagé en parties extrêmement ténues une certaine quantité de caillot de bœuf parfaitement égoutté, je l'ai délayé, à plusieurs reprises, dans de l'eau distillée, afin d'entraîner le sérum adhérent, en ayant, à chaque fois, le soin d'exprimer fortement dans un linge la masse restante. Je me suis ainsi procuré un mélange de fibrine et de matière colorante, dont l'eau distillée a séparé la fibrine, en sorte qu'en exposant la solution filtrée à l'action du soleil, après l'avoir placée dans des assiettes à large surface, j'ai obtenu, pour produit de son évaporation spontanée, la matière colorante aussi pure qu'il est possible de l'obtenir par les procédés connus.

Ainsi préparée, la matière colorante du sang, que je désignerai, avec M. Chevreul, sous le nom d'*hématosine* (1), est solide, noire et brillante comme du jayet lorsqu'elle est en masse; terne et de couleur briquetée lorsqu'elle est en poudre; brillante, translucide et rougeâtre lorsqu'elle est étendue en couches minces. L'eau froide la dissout avec facilité, et produit une solution

(1) On a aussi proposé de l'appeler *zoohématine*, *hémochroïne*.

d'un beau rouge, d'une odeur et d'une saveur extrêmement fades, qu'on peut conserver pendant plusieurs mois sans qu'elle paraisse altérée. Si on abandonne cette dissolution à une évaporation spontanée, l'hématosine reparaît avec toutes ses propriétés, et spécialement sa solubilité dans l'eau ; mais si on l'expose à l'action d'une chaleur supérieure à celle de soixante-dix degrés, elle se décolore et laisse déposer, sous forme de flocons brunâtres, la matière colorante alors devenue complètement insoluble. Ayant soumis à l'action comparative de plusieurs agens des dissolutions également concentrées d'hématosine et d'albumine spontanées, j'ai obtenu les résultats suivans :

	Dissolution de douze grains d'hématosine dans deux onces d'eau distillée.	Dissolution de douze grains d'albumine dans deux onces d'eau distillée.
Chaleur.......	A 65 degrés, la dissolution commence à se troubler à 70 deg., et, par un contact suffisamment prolongé, elle se décolore, et l'hématosine se précipite en flocons bruns.	La dissolution ne commence à se troubler qu'au dessus de 75 degrés.
Papier rouge...	Rien...........	La couleur du papier passe lentement au bleu.
Alcool........	Précipité rouge floconneux.	Précipité blanc.
Chlore liquide..	Précipité blanc. La présence du fer dans le mélange devient facile à constater.	Précipité blanc.

	Dissolution de douze grains d'hématosine dans deux onces d'eau distillée.	Dissolution de douze grains d'albumine dans deux onces d'eau distillée.
Infusion de noix de galle.	Précipité brun-rougé.	Précipité blanchâtre.
Eau de chaux..	Rien...........	Rien.
Ammoniaque...	La couleur rouge est avivée.	Rien.
Acide acétique.	La dissolution passe au brun sans qu'il s'y produise de précipité.	*Id.*
Acide sulfurique.	Précipité brun, soluble dans un excès d'acide. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.	Précipité blanc, soluble dans un excès d'acide. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.
Acide hydrochlorique.	*Id.*.............	*Id.*
Acide nitrique..	Précipité brun floconneux, insoluble dans un excès d'acide. Ce précipité se produit encore dans des liqueurs étendues.	Précipité blanc floconneux, insoluble dans un excès d'acide. Ce précipité se produit encore dans des liqueurs étendues.
Prussiate ferrugineux de potasse.	Rien...........	Rien.
Hydriodate de potasse.	*Id.*.............	*Id.*
Deutochlorure de mercure.	Précipité rouge floconneux.	Précipité blanc floconneux.
Acétate de plomb.	Rien.	Précipité blanc.
Sous-acétate de plomb.	*Id.*.............	*Id.*

Le précipité produit par l'acétate et le sous-acétate de plomb dans la solution albumineuse n'est pas dû à la formation d'un carbonate de plomb ; car l'acide nitrique ne le fait pas disparaître ; et si, après l'avoir dissous dans l'eau de potasse, on sursature la liqueur avec l'acide acétique, on en sépare des flocons blancs faciles à reconnaître pour de l'albumine.

L'alcool, les éthers acétique et sulfurique ne font éprouver à l'hématosine aucune espèce d'altération, ils en séparent seulement une petite quantité de matière grasse analogue à celle qu'on rencontre dans le sang lorsqu'on ne l'a pas préalablement purifiée au moyen de l'éther. Il en est de même des huiles fixes; mais les huiles volatiles, et notamment celle de térébenthine, finissent par la décolorer et par la rendre jaunâtre sans cependant la dissoudre.

L'ammoniaque et la potasse caustique la dissolvent instantanément ; il se produit, surtout avec l'ammoniaque, une solution d'un rouge magnifique, dont l'acide acétique précipite des flocons bruns clairs. Cette solution ammoniacale, abandonnée à une évaporation spontanée, laisse pour résidu l'hématosine sous forme de masse rouge.

Cette même substance se dissout encore à froid dans les acides hydrochlorique et acétique, et plus aisément que ne le font la fibrine et l'albumine. La dissolution qu'elle forme avec le premier de ces acides s'est comportée ainsi qu'il suit avec les réactifs, à l'action desquels je l'ai soumise comparativement avec les dissolutions acétiques d'albumine et de fibrine.

Noms des réactifs employés.	Dissolution d'hématosine.	Dissolutions d'albumine et de fibrine.
Chlore liquide..	Précipité blanchâtre gélatineux.	Précipité blanc gélatineux.
Infusion de noix de galle.	Précipité brun.	Précipité brun clair.
Ammoniaque...	Précipité brun, insoluble dans un excès d'ammoniaque, soluble dans l'acide acétique. Pas de précipité si les liqueurs sont étendues.	Précipité blanc, insoluble dans un excès d'ammoniaque, soluble dans l'acide acétique. Pas de précipité si les liqueurs sont étendues.
Acide sulfurique.	Précipité brun, soluble dans un excès d'acide. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.	Précipité blanc, soluble dans un excès d'acide. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.
Acide hydrochlorique.	Précipité brun, soluble dans un excès d'acide. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.	*Id.*
Prussiate ferrugineux de potasse.	Précipité brun. Le précipité se forme encore dans des liqueurs étendues.	Précipité blanc-verdâtre. Le précipité se forme encore dans des liqueurs étendues.
Hydriodate de potasse.	Précipité brun. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.	Précipité blanc. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.
Deutochlorure de mercure.	Rien..........	Rien.

Avec l'acide hydrochlorique, l'hématosine produit une solution d'un brun presque noir, que la chaleur ne trouble pas et que l'ammoniaque précipite. Cette solution peut être considérée comme une solution dans l'acide hydrochlorique d'un hydrochlorate sensiblement neutre, que nous allons examiner conjointement avec les hydrochlorates analogues à base d'albumine et de fibrine, après que nous aurons fait connaître le moyen de les obtenir.

L'hydrochlorate d'hématosine s'obtient en versant dans les dernières eaux de lavage du caillot un excès d'acide hydrochlorique, recueillant les flocons bruns qui se précipitent, les comprimant fortement dans un linge, puis les faisant sécher au bain-marie.

A l'aide d'un procédé semblable, on se procure l'hydrochlorate d'albumine en remplaçant la solution d'hématosine par du sérum parfaitement privé de matière colorante, ou bien encore par une solution de blanc d'œuf.

Quant à l'hydrochlorate de fibrine, comme cette substance est insoluble dans l'eau, il faut commencer par la dissoudre dans l'acide hydrochlorique, passer l'acide au travers d'un linge destiné à séparer les matières grasses non dissoutes et l'étendre de beaucoup d'eau. On obtient, par ce moyen, des flocons blancs d'hydrochlorate acide que deux ou trois lavages privent de l'excès d'acide.

L'hydrochlorate d'hématosine est d'un brun rouge à l'état d'hydrate, noir à l'état sec, d'une saveur légèrement acide. L'eau le dissout aisément en se colorant en brun foncé, et il en est de même de l'alcool faible ; mais l'alcool concentré ne le dissout qu'incomplètement, et

laisse un résidu, sur lequel nous aurons plus tard occasion de revenir.

L'hydrochlorate d'albumine est d'un blanc parfait, légèrement acide, soluble dans l'eau, surtout à chaud, complètement insoluble dans l'alcool concentré.

Les dissolutions aqueuses d'hydrochlorates d'albumine, de fibrine et d'hématosine, essayées par les réactifs, se sont comportées ainsi qu'il suit :

Noms des réactifs.	Dissolution d'hydrochlorate d'hématosine.	Dissolutions d'hydrochlorates d'albumine et de fibrine.
Papier de tournesol.	La couleur du papier passe au rouge.	La couleur du papier passe au rouge.
Chlore liquide.	Précipité blanchâtre floconneux.	Précipité blanc floconneux.
Infusion de noix de galle.	Précipité brun..	Précipité brun clair.
Ammoniaque...	Précipité brun, soluble dans un excès d'ammoniaque..	Précipité blanc, soluble dans un excès d'ammoniaque.
Acide hydrochlorique.	Précipité brun, soluble dans un grand excès d'acide.	Précipité blanc, soluble dans un grand excès d'acide.
Prussiate ferrugineux de potasse.	Précipité brun. Le précipité se forme encore avec des liqueurs étendues.	Précipité blanc. Le précipité se forme encore avec des liqueurs étendues.
Hydriodate de potasse.	Précipité blanchâtre. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.	Précipité blanc. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.
Sous-acétate de plomb.	Rien..........	Rien.

L'acide sulfurique concentré fait passer au violet la couleur rouge de l'hématosine; par un contact assez prolongé cette matière se dissout, et la liqueur qui en résulte est troublée par l'addition de l'eau, qui en sépare des flocons bruns, et la décolore complètement. Si on essaie alors la liqueur par le prussiate ferrugineux de potasse, on y reconnaît très-distinctement la présence du fer.

L'acide sulfurique, étendu de trois fois son poids d'eau, ne la dissout pas; il se produit un sulfate acide, qui reste au fond de la liqueur sous forme de masse d'un brun noir. En chauffant, l'acide prend une très-légère teinte brune, mais sans que l'hématosine se dissolve sensiblement.

On peut cependant, par un procédé semblable à celui que nous avons décrit, se procurer des sulfates analogues aux hydrochlorates; il paraîtrait toutefois que ces composés sont beaucoup moins solubles dans l'eau que ne le sont les hydrochlorates.

L'hématosine, lorsqu'elle est parfaitement sèche, peut rester exposée pendant plusieurs heures à la température de l'eau bouillante sans perdre sa solubilité dans l'eau; cependant il est probable, ainsi qu'on l'observe pour l'albumine soluble, que l'action de la chaleur très-long-temps prolongée finirait par lui faire perdre entièrement sa solubilité.

Chauffée à une température supérieure, elle fond, se boursouffle, puis se décompose en répandant l'odeur propre aux matières animales en décomposition. Elle fournit un charbon volumineux, brillant et léger, dont les cendres, de couleur rouge, ressemblent tellement

au peroxide de fer, qu'elles en paraissent uniquement formées.

Cent parties d'hématosine extraite du sang d'individus différens ont donné, dans trois expériences :

	1re Expérience.	2e Expér.	3e Expér.	Moyenne.
Perte représentant le poids de la matière animale...........	97,94	97,505	97,78	97,742
Sous-carbonate de soude. Hydrochlorates alcalins. S.-carb. de chaux. —— de magnésie. Phosphate de chaux. —— de magnésie.	1,55	1,983	1,64	1,724
Peroxide de fer...	0,51	0,512	0,58	0,534
TOTAL......	100,00	100,000	100,00	100,000

L'analyse de M. Berzélius donne, pour la même quantité de matière colorante :

Perte	98,750
Sous-phosphate de fer... Phosphate de chaux.... —— de magnésie.... Chaux pure............ Acide carbonique....... Perte..................	0,625
Oxide de fer...........	0,625
	100,000 ;

c'est-à-dire, à peu de chose près, la même proportion de peroxide. Quant aux matières salines, on conçoit que j'ai dû nécessairement en trouver davantage, puisque M. Berzélius opérait sur de l'hématosine coagulée par la chaleur, et par conséquent privée de sels solubles, tandis que je me suis servi d'hématosine obtenue par la simple évaporation de l'eau de lavage du caillot.

L'hématosine qu'on obtient en coagulant ces eaux de lavages au moyen de la chaleur ou de l'alcool, ou bien encore en décomposant par l'ammoniaque la solution aqueuse de son hydrochlorate, fournit, à l'analyse, des résultats analogues aux précédens; mais on observe, entre ses propriétés et celles de l'hématosine spontanée, des différences tout-à-fait semblables à celles que présentent l'albumine soluble et l'albumine coagulée.

Elle est complètement insoluble dans l'eau, sans odeur et sans saveur. Sa couleur varie du rouge-brun au brun-noir, sans doute en raison d'un plus ou moins grand état de cohésion, car l'hématosine brune de M. Berzélius devient tout-à-fait noire par une complète dessiccation au bain-marie, et d'un beau rouge, au contraire, par un contact avec l'eau suffisamment prolongé.

L'eau de potasse, préparée dans les proportions de trois parties d'eau pour une de potasse à l'alcool, la dissout lentement.

L'ammoniaque caustique à vingt-quatre degrés ne la dissout pas sensiblement, même par un contact prolongé.

L'acide acétique concentré lui communique une consistance gélatineuse, mais ne la dissout bien qu'à l'aide de la chaleur.

L'acide hydrochlorique ne la dissout à la température ordinaire que très-difficilement, et lorsqu'on l'emploie en grand excès.

On a tout lieu de penser, d'après cela, que les différences observées entre les résultats de M. Berzélius et ceux de M. Brande tiennent à ce que le premier de ces chimistes opérait sur de l'hématosine coagulée par la chaleur; tandis que le second, au contraire, opérait sur de l'hématosine obtenue en abandonnant au repos du sang battu, et par conséquent à l'état soluble.

Quoi qu'il en soit, il résulte évidemment de tout ce qui précède qu'on peut, à l'aide de certains procédés, extraire du sang de bœuf une matière organique, que sa couleur, la propriété de se coaguler à une température moins élevée, de former avec l'acide hydrochlorique un composé en partie soluble dans l'alcool, et surtout celle de n'être précipitée de sa dissolution aqueuse ni par l'acétate, ni par le sous-acétate de plomb, distinguent de l'albumine.

Il en résulte, de plus, que cette matière colorante contient toujours du fer en quantité notable, bien que nos meilleurs réactifs ne puissent en signaler la présence tant qu'elle n'a point été altérée.

Cette circonstance, déjà signalée par M. Berzélius, explique comment il se fait que M. Vauquelin n'a pu constater la présence du fer dans la matière colorante du sang, puisqu'il le cherchait uniquement, à l'aide des réactifs, dans ses dissolutions; tandis qu'il est nécessaire, pour rendre la présence du métal appréciable, d'incinérer complètement la substance organique. Quant à M. Brande, qui non-seulement admet l'absence du fer

dans la matière colorante, mais encore prétend que le sang lui-même n'en contient que des quantités à peine sensibles; malgré son habileté bien connue, il me semble d'autant plus difficile d'admettre les conclusions qu'il a tirées de ses expériences, qu'ayant inciné les caillots du sang de quinze individus, j'ai constamment obtenu pour produit des masses rougeâtres, dont l'eau séparait une quantité considérable de paillettes micacées de peroxide de fer.

Un examen plus approfondi permet de reconnaître que la matière colorante du sang de bœuf, telle qu'on l'a connue jusqu'ici, et telle que nous venons de l'étudier, ne constitue pas un véritable principe immédiat. On peut le démontrer de la manière suivante : Que l'on précipite par quelques gouttes d'acide hydrochlorique sa solution aqueuse, que l'on recueille sur un linge les flocons bruns d'hydrochlorate acide, et que, après les avoir bien séchés, on les traite par l'alcool bouillant, on obtiendra une liqueur alcoolique acide, de couleur rouge-brune, dont l'ammoniaque précipitera d'abondans flocons rouges, et, comme nous avons eu déjà l'occasion de le dire, un résidu blanc insoluble. En examinant ce résidu, on verra qu'il présente tous les caractères de l'hydrochlorate d'albumine, et ne diffère en rien de celui qu'on obtient directement en précipitant du sérum par de l'acide hydrochlorique.

J'avais d'abord supposé que l'albumine séparée de l'hématosine provenait d'une certaine quantité de sérum qu'on ne pouvait enlever au caillot par des moyens mécaniques; mais des expériences ultérieures m'autorisent à penser qu'il n'en est point ainsi, et que cette

substance faisait primitivement partie d'une combinaison particulière qu'on avait jusqu'alors prise pour le principe colorant lui-même. En effet, quelques précautions que l'on prenne en préparant l'hématosine de bœuf, quelque réitérés que soient les lavages du caillot, elle fournit toujours la même proportion d'albumine, environ la moitié de son poids, quantité beaucoup trop considérable pour qu'on puisse raisonnablement l'attribuer à un simple mélange; et, de plus, les résultats sont encore absolument semblables lorsqu'on commence par séparer du sang, au moyen du sous-acétate de plomb, l'albumine qu'il contient. D'après cela, l'hématosine, ou matière colorante des chimistes, constituerait un véritable composé d'albumine et d'une matière colorante encore inconnue, que je proposerai de désigner sous le nom de *globuline*, pour la distinguer du composé dont elle fait partie, et pour lequel on devra réserver le nom d'hématosine, de zoohématine ou d'hémochroïne (1).

Dans le sang de bœuf, dans celui de mouton, la globuline existe, combinée à l'albumine; mais, dans le sang d'homme, elle paraît exister à l'état de liberté, du moins

(1) L'insolubilité, dans l'eau, de la matière colorante obtenue par le procédé de M. Engelhart, ne m'a pas permis d'y constater la présence de l'albumine; mais si l'on fait attention que ce chimiste l'obtient en chauffant à 65 degrés du sang étendu de dix parties d'eau, et que c'est précisément à cette température que s'opère la coagulation d'une solution étendue d'hématosine, il devient extrêmement probable qu'il a seulement connu le composé dont il vient d'être fait mention.

lorsqu'on applique à cette espèce de sang le procédé ci-dessus indiqué. On voit que l'hydrochlorate, au lieu de ne se dissoudre qu'à moitié dans l'alcool, s'y dissout complètement, moins un très-léger résidu d'hydrochlorate d'albumine, que l'excès de sous-acétate avait redissous.

De la Globuline.

Pour obtenir la globuline, je verse, dans du sang de bœuf battu et préalablement étendu de quatre à cinq fois son poids d'eau, un très-léger excès de sous-acétate de plomb; je filtre, et dans la liqueur filtrée j'ajoute assez de sulfate de soude pour précipiter tout l'excès de plomb. Après avoir abandonné le mélange à lui-même l'espace de quelques heures, afin de déterminer la séparation du sulfate de plomb formé, je filtre de nouveau: de là une liqueur d'un rouge magnifique retenant en dissolution toute la matière colorante, les sels qui faisaient partie du sang, l'excès de sulfate de soude et l'acétate de soude provenant de la double décomposition du sulfate de soude et de l'acétate de plomb. Par l'addition d'une suffisante quantité d'acide hydrochlorique pur, la liqueur se décolore, et il s'en sépare des flocons bruns d'hydrochlorate acide. Je les recueille sur un linge, les exprime fortement, et les fais sécher au bain-marie. Enfin je les traite à plusieurs reprises par l'alcool bouillant.

En ajoutant à la liqueur alcoolique quelques gouttes d'ammoniaque liquide, elle se trouble, de brune qu'elle était passe au rose, et laisse déposer d'abondans flocons rouges, qui doivent être traités à plusieurs reprises par

l'eau bouillante, afin d'en séparer les dernières portions d'ammoniaque, puis enfin séchés.

C'est la globuline à l'état de pureté.

Les précautions à prendre pour bien réussir sont :

1°. De ne pas laisser la solution rouge trop longtemps en contact avec l'excès de sous-acétate de plomb, qui finirait par l'altérer et la faire passer au brun ;

°. De dessécher parfaitement le coagulum acide, attendu que l'hydrochlorate d'albumine est très-sensiblement soluble dans l'alcool affaibli ;

3°. D'étendre la solution alcoolique de manière à éviter la formation du précipité gélatineux que laissent déposer, par leur refroidissement, les premières liqueurs alcooliques, lorsqu'elles sont trop concentrées ; autrement on courrait risque de n'obtenir avec l'ammoniaque qu'une décomposition incomplète ;

4°. D'employer l'ammoniaque en quantité suffisante pour éviter la formation d'un sous-hydrochlorate ;

5°. Et, enfin, de ne pas ajouter un trop grand excès d'ammoniaque, qui redissoudrait le précipité.

La globuline est sans odeur, sans saveur, rouge de sang lorsqu'elle est à l'état d'hydrate, d'un brun rouge lorsqu'elle est sèche.

L'eau et l'alcool ne la dissolvent ni à chaud ni à froid.

La potasse liquide et l'ammoniaque à 24 degrés la dissolvent au contraire avec une extrême facilité. Sa solubilité dans la potasse est telle qu'il suffit de cinq à six gouttes de solution alcaline pour dissoudre plusieurs grammes de globuline.

La dissolution alcaline n'est pas coagulée par la cha-

leur. Essayée par les réactifs, elle s'est comportée ainsi qu'il suit :

Noms des réactifs.	
Infusion de noix de galle.	Précipité brun.
Prussiate ferrugineux de potasse.	Rien.
Acide acétique........	Précipité brun, immédiatement soluble dans un excès d'acide.
Acide hydrochlorique...	Précipité brun, difficilement soluble dans un excès d'acide.
Acide sulfurique.......	*Idem.*
Chlore liquide.........	Formation d'un précipité brun clair, lequel finit par se décolorer complètement. La liqueur est tout-à-fait incolore et limpide. Le prussiate y fait aisément reconnaître la présence du fer.

L'acide sulfurique concentré dissout la globuline et se colore en rouge, mais l'acide sulfurique étendu ne la dissout pas, même à l'aide de la chaleur.

Les acides hydrochlorique et acétique la dissolvent rapidement et se colorent en brun. Il se produit, avec le premier de ces acides, des composés analogues aux hydrochlorates d'albumine et d'hématosine précédemment examinés.

L'hydrochlorate neutre, qu'on peut aisément obtenir en évaporant au bain-marie la solution alcoolique provenant du traitement de l'hydrochlorate d'hématosine, est en petites lames brillantes, d'une odeur fade, d'une saveur acide et désagréable. L'alcool et l'eau le dissolvent aisément, surtout à chaud. Sa solution aqueuse se comporte ainsi qu'il suit avec les réactifs :

Noms des réactifs.	
Chlore liquide.........	La liqueur est décolorée; il s'y produit un précipité blanchâtre; et si dans le mélange légèrement acidulé on verse quelques gouttes de prussiate, il se manifeste, au bout de quelques instans, une légère teinte bleue, qui va croissant d'intensité, et finit par devenir très-sensible.
Infusion de noix de galle.	Précipité brun clair.
Prussiate ferrugineux de potasse.	Précipité brun.
Hydriodate de potasse...	Précipité brunâtre. Pas de précipité avec des liqueurs étendues.
Sous-acétate de plomb.	Rien.
Ammoniaque..........	Précipité soluble dans un excès d'ammoniaque.

Lorsqu'on l'expose à l'action d'une chaleur suffisamment élevée, la globuline fond, se boursouffle, se décompose, répand presque jusqu'à la fin des vapeurs ammoniacales, et fournit un charbon volumineux dont on retire, par une incinération complète, un résidu rouge presque uniquement formé de peroxide de fer. Deux analyses, l'une de globuline de bœuf, l'autre de globuline d'homme, m'ont fourni les résultats suivans, dans lesquels la proportion de peroxide est, comme on le voit, plus que double de celle que donne l'hématosine, et par conséquent proportionnelle à la quantité d'albumine séparée.

	Globuline de bœuf.	Globuline d'homme.
Perte.........	98,60	98,26
Peroxide de fer.	1,40	1,74
	100,00.	100,00 (1).

Dans ces deux analyses, je n'ai obtenu que des traces de matières salines.

En résumé, la globuline se distingue de l'albumine :

1°. Par sa couleur ;

2°. Par la grande proportion de fer qu'elle contient ;

3°. Par son extrême solubilité dans les alcalis et les acides, solubilité telle que, comparativement, l'albumine coagulée pourrait être considérée comme à peu près insoluble dans la plupart de ces véhicules ;

4°. Et surtout par la propriété de former avec l'acide hydrochlorique un composé soluble dans l'alcool.

Ces différences, infiniment plus tranchées que celles qu'on observe entre une foule de substances animales, ne me semblent laisser aucun doute sur l'existence de la globuline comme matière essentiellement distincte de l'albumine. Mais, quant à savoir si cette nouvelle sub-

(1) Ne pourrait-on pas substituer la globuline ou l'hématosine aux préparations ferrugineuses qu'on emploie avec tant de succès dans certaines maladies, et notamment dans la chlorose ou maladie des pâles couleurs? Il semblerait que le travail de l'assimilation devrait être plus facile en faisant usage de substances dans lesquelles le métal se trouve, à l'avance, intimement combiné aux autres élémens organiques ?

stance est le principe colorant du sang dans un état absolu de pureté, c'est une question sur laquelle je ne saurais émettre une opinion suffisamment motivée, bien qu'il m'ait été jusqu'à ce jour tout-à-fait impossible d'en séparer plusieurs matières différentes. Il pourrait, en effet, fort bien se faire que la globuline résultât de la combinaison d'une matière animale quelconque avec quelques composés ferrugineux analogues aux cyanures. Des circonstances particulières m'ont obligé de suspendre les expériences que je me proposais de tenter pour essayer d'éclairer ce point important de la question; mais je compte les reprendre par la suite. Au reste, si le travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie n'est pas aussi complet que je l'aurais désiré, j'ose espérer qu'elle voudra bien me tenir compte des difficultés qu'il présentait; elles devaient être bien grandes, puisqu'on ne retrouve pas même, dans les recherches qu'ont entreprises sur la matière colorante du sang MM. Berzélius, Brande et Vauquelin, le degré de perfection que ces illustres chimistes ont presque donné le droit d'exiger d'eux.

Mémoire *du docteur* Étienne Marianini, *professeur de physique et de mathématiques appliquées au Lycée royal de Venise,*

Sur la Théorie chimique des électromoteurs voltaïques simples et composés.

(Traduit de l'italien.)

INTRODUCTION.

L'observation que les courans électriques excités par les appareils voltaïques sont accompagnés de combinaisons ou de décompositions chimiques, avait depuis longtemps fait naître chez plusieurs physiciens l'idée qu'elles n'étaient point l'effet, mais bien la cause des courans eux-mêmes. Cependant, comme on n'avait pu déterminer quelles actions chimiques produisaient l'une des électricités, ni quelles étaient celles qui engendraient l'électricité opposée; comme on n'avait pu éclaircir si, des combinaisons chimiques qui pouvaient s'effectuer dans les appareils voltaïques, naissait toujours de l'électricité; comme, en conséquence, il n'avait point été possible d'expliquer les phénomènes multipliés des piles, il en résulta que la plupart des physiciens n'abandonnèrent point la théorie des électromoteurs présentée par leur inventeur; théorie dans laquelle on fait dériver les phénomènes qu'ils présentent, de l'électricité qui se développe dans un corps quand ce corps en touche un autre qui ne lui est point parfaitement homogène.

Enfin, depuis quelques années, la chose a un peu

changé d'aspect. Les doctes travaux de MM. Becquerel, Avogadro, Nobili, de La Rive, et d'autres savans, ont démontré que dans les actions chimiques il y a toujours, ou presque toujours, un développement d'électricité; que les courans électriques les plus faibles sont également accompagnés d'actions chimiques; et que si la qualité de l'électricité développée n'a aucune relation avec la nature de l'action chimique, elle en a cependant toujours, ou presque toujours, avec son énergie; puisqu'on a vérifié dans le plus grand nombre des cas que, des deux métaux qui forment un électromoteur, le plus attaqué par ce liquide est celui qui se charge d'électricité positive. Pour ces motifs, plusieurs physiciens, dont les études font avancer la science de l'électricité, paraissent avoir entièrement abandonné la théorie de Volta. M. le professeur Auguste de La Rive, cité ci-dessus avec éloge, croit même avoir démontré dans deux Mémoires publiés en 1828, que l'état électrique dans lequel se constituent les deux élémens métalliques des couples de Volta ne dépend point du contact, mais bien du rapport qui règne entre chacun des métaux et le liquide, et que ce rapport est tel que le métal sur lequel le liquide exerce une action chimique plus puissante est positif par rapport à l'autre.

Les difficultés que j'ai toujours rencontrées en admettant la théorie électrochimique, et dont j'ai déjà précédemment entretenu l'Athénée vénitien et quelques autres sociétés savantes, me parurent se dissiper à la première lecture que je fis des deux Mémoires cités du physicien de Genève; mais, quand je pénétrai plus avant dans les expériences fondamentales et dans les princi-

paux raisonnemens sur lesquels s'appuie la théorie électrochimique, ces difficultés se sont tellement enracinées chez moi, que je me crois en état de démontrer que ladite théorie est insuffisante pour expliquer les phénomènes que présentent les électromoteurs voltaïques; de plus, comme il m'a paru que les faits auxquels j'ai voulu appliquer la nouvelle théorie lui sont d'autant plus favorables qu'on n'y calcule pas minutieusement les altérations que les liquides et d'autres circonstances peuvent introduire dans la faculté éléctromotrice des métaux, je commencerai par rapporter plusieurs de ces circonstances; j'exposerai ensuite l'examen de la nouvelle théorie.

Ce Mémoire sera donc divisé en deux parties : dans la première, il sera question de quelques circonstances qui altèrent dans les métaux la faculté électromotrice relative; dans la seconde, je traiterai de l'insuffisance de la théorie électrochimique pour expliquer les phénomènes des électromoteurs. Dans cette dernière partie, j'examinerai les argumens rapportés en faveur de la théorie même dans les deux Mémoires cités de M. de La Rive, non sans regretter de ne connaître le second de ces Mémoires que par l'extrait inséré dans les Annales de MM. Gay-Lussac et Arago, quoique M. de La Rive m'eût déjà depuis plusieurs mois gracieusement promis de m'envoyer l'œuvre originale. La difficulté des communications qui existe toujours entre les pays éloignés m'a aussi fait réfléchir que je pourrais peut-être me trouver encore long-temps privé de ce Mémoire; pour ce motif, j'ai cru devoir ne pas différer davantage la publication de mon travail.

Je me suis permis d'indiquer cette circonstance, parce que j'éprouve du plaisir à déclarer publiquement que M. de La Rive et moi nous pouvons bien quelquefois différer d'opinion, mais sans qu'il en résulte la moindre altération dans la bonne harmonie qui règne entre deux personnes qui consacrent toutes leurs études à l'instruction de la jeunesse et à la recherche de la vérité.

PREMIÈRE PARTIE.

De quelques circonstances qui altèrent la faculté électromotrice relative des métaux.

1. Par la faculté électromotrice relative nous entendons ici, suivant l'usage, et indépendamment de toute théorie, l'aptitude qu'ont les métaux, et en général les conducteurs électriques, à engendrer une électricité positive ou négative quand ils sont réunis à d'autres métaux de manière à former une couple voltaïque. Nous dirons que cette faculté est plus grande dans celui des deux corps accouplés qui s'électrise négativement, moindre dans l'autre; et comme conséquence nous ajouterons que cette faculté s'accroît dans un corps quand il s'électrise négativement par le contact d'un autre corps avec une tension plus grande qu'auparavant, et que cette faculté diminue dans le cas contraire.

Dès les premiers momens que Volta étudia les phénomènes galvaniques, il s'aperçut que cette faculté était susceptible de variations. Il vit en effet, entr'autres choses, que si une substance s'unissait ou naturellement ou artificiellement à un métal, la faculté électromotrice du métal n'était plus ce qu'elle avait été précédemment :

il découvrit, par exemple, que les sulfures de fer et de cuivre avaient une faculté électromotrice plus grande que le fer et le cuivre ; que, dans les alliages, cette faculté était moyenne entre celles des composans ; et qu'une légère oxidation suffisait pour constituer un métal différent de ce qu'il était avant l'oxidation, relativement au pouvoir électromoteur.

2. Relativement à cette dernière circonstance, j'ai également fait beaucoup d'expériences, desquelles il est résulté que l'oxidation accroît, dans les métaux, la faculté électromotrice relative (1). Il en découlait comme conséquence nécessaire, qu'en combinant de la manière la plus convenable diverses lames de même métal, polies d'un côté sans l'être de l'autre, on aurait formé une pile avec le pôle positif à l'extrémité polie, et le pôle négatif à l'autre, comme l'a vérifié, il n'y a pas longtemps, M. Wackins avec sa pile d'un seul métal. Même, si au lieu de se servir pour conducteur liquide de la seule humidité qui adhère naturellement au plateau sur lequel posent les lames, comme l'a fait ledit auteur, on employait du drap mouillé, ou qu'on fît usage de lames à demi polies, courbées en arc et placées dans des tasses d'eau, comme cela a lieu dans les appareils à couronne, on obtiendrait des effets plus certains en ne se bornant point à l'emploi de plaques de zinc, mais en se servant aussi de lames de plomb, d'étain, de fer, de cuivre, etc., comme j'en fis l'essai par pure curiosité et sans attacher aucune importance à de telles unions ; puisqu'il me semblait, comme il me semble encore, qu'elles

---

(1) *Essai d'expériences électrométriques*, art. II, sect. I.

sont superflues dans la pratique, parce que les appareils voltaïques sont incomparablement meilleurs; qu'elles sont inutiles en théorie, parce que l'on n'en apprend que ce que l'on connaissait déjà, savoir : que les métaux ont une faculté électromotrice relative plus grande quand ils sont oxidés.

Quoique les altérations de la faculté électromotrice proviennent probablement toutes de changemens au moins superficiels dans l'état chimique des corps, c'est-à-dire, d'additions ou de soustractions de substance; cependant quelques-unes d'elles, par la manière dont elles se présentent, méritent d'être rappelées ici particulièrement, parce qu'elles serviront à rendre raison de quelques phénomènes dont nous devons traiter dans ce Mémoire; telle est l'influence des courans électriques et des liquides dans la production de ces altérations. C'est pourquoi nous en parlerons plus expressément dans les deux sections qui formeront cette première partie.

SECTION PREMIÈRE.

De l'influence exercée par les courans électriques dans l'altération de la faculté électromotrice relative des métaux.

3. On sait depuis long-temps que si un métal, ou en général un conducteur quelconque de première classe, vient à être soumis à un courant voltaïque, tandis qu'il se trouve plongé dans un liquide, il acquiert ou perd en faculté électromotrice relative, suivant que l'électricité passe du métal dans le liquide ou réciproquement. Des expériences que j'ai faites au moyen du galvanomètre relativement à cette influence, expériences qui se trou-

vent rapportées partie dans l'Essai cité, art. 2, sect. 2, et partie dans le Mémoire sur les piles de Ritter, il est résulté, entre autres choses, que le courant engendré par un seul couple voltaïque suffit pour produire une altération sensible dans cette faculté, et que le phénomène arrive également lorsque le métal sur lequel a lieu l'expérience fait partie du couple, et quand il ne fait que l'office de conducteur. Mais, pour voir combien il faut peu de chose pour occasioner une altération dans la faculté électromotrice relative d'un métal, on peut répéter l'expérience suivante :

On place deux petites lames d'argent homogènes dans deux verres d'alcool, en mettant en contact les portions situées hors du liquide. On plonge dans l'un des verres une lamelle de plomb, qui ne doit point toucher la lame d'argent, et de sorte que la surface mouillée ne soit que de quelques lignes carrées ; dans l'autre verre on place de la même manière une semblable lamelle de cuivre. On établit ensuite la communication entre ces deux lames au moyen d'un fil excitateur isolé pendant quelques secondes ; puis on met les deux lames d'argent à l'extrémité du fil d'un galvanomètre ; on les plonge dans une eau légèrement salée, et le mouvement de l'aiguille montre que les deux lames d'argent deviennent hétérogènes.

4. Quoique j'aie démontré, dans le Mémoire sur les piles de Ritter cité plus haut, que tous les phénomènes que présentent ces couples, sans exception de ceux de tension, proviennent de l'influence dont on parle ici. M. de La Rive, dans son Mémoire intitulé : *Recherches sur une propriété particulière des conducteurs métalli-*

ques de l'électricité, publié dans le tome 25 de la Bibliothèque universelle de Genève, a soutenu que les fils métalliques soumis aux courans électriques ne présentent point le moindre indice d'électricité de tension ; en conséquence, il a considéré le phénomène comme une propriété tout-à-fait particulière, à laquelle il a donné le nom de propriété électrodynamique. Mais le fil métallique courbé en arc, que M. de La Rive soumettait à l'action de la pile de Volta, ne présentait qu'un seul élément de la pile de Ritter ; il n'est donc point étonnant que la tension ne fût point perceptible ; que si, au lieu d'un seul arc, il en eût exposé plusieurs à la même influence, les phénomènes de tension n'auraient point manqué. Mais il n'est pas même bien difficile d'obtenir des signes de tension avec un seul arc métallique.

Je soumis un fil d'argent de la grosseur d'un millimètre, courbé en arc, à l'action alternative de deux électromoteurs à couronne de tasses de cent couples, pendant un peu plus d'une heure ; puis, faisant plonger une extrémité du petit arc dans la tasse des pôles positifs, et l'autre dans celle des pôles négatifs, j'éprouvai la tension électrique avec un électromètre de Volta, muni d'un condensateur qui augmente l'effet d'environ deux cents fois : j'obtins une divergence d'au moins cinq degrés.

J'obtins presque la même chose d'un fil d'or et d'un fil de platine, traités à peu près de la même manière.

Opérant avec quelque promptitude et dans des circonstances favorables, on observe également ces tensions

en manœuvrant le condensateur à la manière de Volta; mais le succès est plus sûr par la méthode de M. Biot (1).

5. En faisant des expériences sur l'influence des courans excités par un seul couple, on a vu que quelquefois ils peuvent suffire pour rendre un métal supérieur ou inférieur à un autre qui lui est voisin dans l'échelle des électromoteurs. Mais bien plus notables sont les changemens que produisent les courans engendrés par les appareils composés.

Un fil d'argent, gros d'un peu plus d'un millimètre, fut placé comme arc de communication dans les tasses extrêmes d'un électromoteur de vingt couples monté avec de l'eau de mer; et, après quarante heures, je trouvai la partie du fil qui avait plongé dans la tasse du pôle positif tellement inférieure à l'étain, qu'accouplée avec lui, elle fit décliner l'aiguille du galvanomètre de cinq degrés; le courant était excité par l'acide sulfurique étendu de cent parties d'eau. La partie du fil placé au pôle négatif fut trouvée presque égale à l'or (2).

Le même fil fut de nouveau soumis pendant vingt-quatre heures à l'action alternative de deux appareils semblables au précédent, et sa faculté électromotrice baissa tant qu'elle devint inférieure à celle du zinc; de

(1) *Précis de physique*, tome 1, page 623, 3e édition.

(2) Les altérations dans la faculté électromotrice relative que le métal éprouve au pôle négatif, ou bien quand le courant électrique passe du métal au liquide, ne sont point si sensibles que celles auxquelles il est exposé au pôle positif. Dans ce qui suit, on entend toujours parler de ces dernières.

manière que ce fil d'argent en contact avec ce métal s'électrisait positivement, et plus qu'il n'avait fait avec l'étain dans l'expérience précédente : en effet, ayant mis le couple formé par ce fil et le zinc en communication avec les extrémités du fil galvanométrique, et l'ayant plongé dans l'acide susdit, l'aiguille déclina de 15°. Je répétai ces immersions, les déclinaisons allèrent toujours en diminuant, et à la cinquième ou sixième elles s'évanouirent tout-à-fait pour reparaître ensuite en sens contraire.

Renouvelant plusieurs fois cette expérience, j'eus lieu d'observer :

1°. Que plus l'argent a été exposé aux courans électriques, plus la faculté électromotrice relative diminue facilement ; de manière que si au commencement, pour le rendre inférieur au zinc, il est nécessaire d'employer plusieurs heures d'un électromoteur, on parvient à la fin à ce même résultat en quelques minutes ;

2°. Que si l'on essuie l'argent, ou qu'on le laisse se sécher après avoir été traversé par les courans électriques, il recouvre en grande partie la faculté électromotrice perdue.

L'or et le platine traités comme l'argent, n'ont présenté à peu près les mêmes phénomènes.

6. Le plomb et l'étain, voisins du zinc dans les électromoteurs, étant soumis à l'action des appareils voltaïques ; je les ai vus devenir facilement inférieurs à ce dernier en faculté électromotrice relative.

Mais la facilité avec laquelle les métaux peuvent de cette sorte devenir inférieurs au zinc n'est point en raison de leur proximité de ce métal dans l'échelle des

électromoteurs. Le fer, par exemple, qui est beaucoup plus près du zinc que l'argent, est bien plus difficile que lui à être abaissé au-dessous du zinc.

Un fil de fer d'un millimètre de diamètre, soumis pendant plus de trois jours à l'action d'un électromoteur de cinquante couples, et de la même manière que j'avais l'habitude de le faire avec le fil d'argent, ne devint pas même égal au zinc en faculté électromotrice relative, de manière qu'étant accouplé à celui-ci, on n'obtenait aucune déviation dans l'aiguille magnétique.

Le laiton ou le cuivre, beaucoup plus éloignés du zinc que le fer dans l'échelle des électromoteurs, peuvent être facilement rendus électropositifs relativement au zinc même.

7. Mais la chose la plus remarquable qu'il m'arriva d'observer, en expérimentant avec ces deux électromoteurs, fut que, si après les avoir soumis au courant électrique de manière à les rendre inférieurs au zinc, on les essuie bien avant de les éprouver, ils se trouvent de beaucoup supérieurs, non-seulement à ce métal, mais encore à ce qu'ils étaient eux-mêmes avant d'avoir été exposés à l'action voltaïque.

Un fil de laiton bien poli et brillant, accouplé au zinc, faisait décliner l'aiguille de dix degrés; soumis un quart d'heure au courant électrique d'un appareil de cinquante couples, il devint inférieur au zinc, de manière qu'essayé avec lui, suivant le mode ordinaire, il produisit dans le galvanomètre une déclinaison de dix degrés en sens opposé à la précédente; mais à peine l'eus-je essuyé, qu'il passa immédiatement au-dessus du

zinc et beaucoup plus qu'il ne l'était d'abord, puisqu'il fit décliner l'aiguille d'environ vingt degrés.

Un autre fil de laiton non poli qui, accouplé au zinc, produisait une déclinaison d'environ vingt-cinq degrés, fut soumis, comme le précédent, à l'action de l'appareil de Volta pendant environ une demi-heure, après quoi il fut essuyé; accouplé ensuite au zinc, il devint tellement plus négatif qu'il ne l'était d'abord, qu'il fit bien décliner l'aiguille de 90°.

J'ai répété plusieurs fois de pareilles expériences avec des fils de cuivre, et avec des résultats analogues aux précédens.

8. Durant les expériences décrites jusqu'ici, il m'arriva plusieurs fois d'observer que les fils étant long-temps sous l'influence du courant électrique, il se réunissait, par un effet de capillarité, sur la partie du fil qui sortait du liquide, un peu de cette matière qui s'était développée sur le métal par l'action électrique; et, dans ce cas-là, cette partie du fil se trouvait aussi altérée dans la faculté électromotrice, mais toujours moins que la partie plongée dans le liquide. Serait-ce donc un phénomène analogue à celui-ci qui aurait conduit M. de La Rive à croire que la partie du fil métallique non plongée dans le liquide, et indépendamment du liquide même, acquiert aussi la propriété appelée par lui *électrodynamique*, et à imaginer l'ingénieuse théorie au moyen de laquelle il en donne l'explication?

Je crois superflu de décrire ici les autres expériences tentées par moi dans ce but; celles que j'ai rapportées ci-dessus suffisent pour pouvoir conclure ce qui importe plus particulièrement à l'objet actuel, savoir : que les

courans électriques, passant des liquides aux métaux, ou *vice versâ*, apportent dans les métaux des altérations à la faculté électromotrice relative, et qu'il suffit même de courans très-faibles pour produire de pareilles altérations.

SECONDE SECTION.

De l'Influence des conducteurs liquides dans l'altération de la faculté électromotrice relative des métaux.

9. Les conducteurs liquides de l'électricité attaquent bien souvent les métaux ou les électromoteurs solides qui y sont plongés ; il est donc évident que ceux-ci peuvent aussi être altérés par les liquides, quant à leurs rapports électriques. Une lame de fer, par exemple, laissée quelques instans dans l'acide nitrique, devient inférieure à une autre lame de fer qui lui est égale en tout, mais qui n'a pas souffert l'action de l'acide ; et une lame d'étain plongée dans le même liquide acquiert une faculté électromotrice plus grande que celle qu'elle avait avant l'immersion.

J'ai rapporté, dans l'Essai cité (art. 2, sect. 3), les premières expériences que j'ai faites à ce sujet ; il en résulte que le fer, l'étain, le plomb et le zinc diminuent en force électromotrice toutes les fois qu'ils se trouvent en contact avec des solutions salines ou avec des acides affaiblis : de manière que, si l'on prend deux lames de zinc, par exemple, qui, accouplées au moyen du fil galvanométrique et plongées en partie dans l'eau, ne font pas le moins du monde dévier l'aiguille, si on laisse l'une d'elles quelques instans dans le bain, et qu'on y plonge ensuite l'autre essuyée, l'aiguille décline promptement

du côté de cette dernière (1) ; si ensuite, laissant celle-ci dans l'eau, on en retire l'autre, qu'on l'essuie et qu'on l'y replonge de nouveau, l'aiguille décline dans le sens contraire, et ainsi de suite, la lame essuyée se montrant toujours électrisée négativement par rapport à l'autre. Il est même résulté de ces expériences qu'il n'est point nécessaire d'essuyer la lame qu'on veut rendre plus électronégative ; il suffit de la laisser quelques momens hors du bain.

Me trouvant plus tard muni d'instrumens plus parfaits que ceux que je possédais alors, j'ai tenté plusieurs autres expériences dans le but de voir si d'autres métaux présenteraient des phénomènes analogues, et de connaître mieux les circonstances qui les accompagnent. Il est nécessaire d'en rapporter quelques-unes.

10. J'ai soumis deux lames de cuivre à des épreuves pareilles, en me servant, pour conducteur liquide, d'acide sulfurique étendu d'environ deux cents parties d'eau ; mais les déclinaisons de l'aiguille galvanométrique montrèrent que la lame mouillée ou la lame sèche, c'est-à-dire, la première ou la seconde qu'on plongeait dans le liquide, s'électrisait positivement suivant que l'une ou l'autre se trouvait moins oxidée. Toutefois, ayant laissé les deux lames plongées dans ledit liquide pendant environ une demi-heure, j'en retirai une que j'essuyai ; puis je l'y plongeai de nouveau,

(1) Nous avertissons une fois pour toutes que, quand on dit que l'aiguille du galvanomètre *décline du côté d'une lame déterminée*, on entend que cette lame est électrisée négativement.

accouplée à l'autre lame ; l'aiguille déclina du côté de la lame qui avait été essuyée ; je laissai ensuite celle-ci dans le liquide, j'essuyai l'autre, l'aiguille déclina dans le sens contraire ; je répétai plusieurs fois l'expérience ; les résultats furent toujours semblables.

Il n'est pas même nécessaire d'essuyer l'une des plaques ; il suffit de la soulever tant soit peu, de manière à ce qu'elle plonge moins que l'autre dans le liquide ; en l'enfonçant ensuite de nouveau à la même profondeur, elle se montre plus électrique négativement que d'abord : les deux lames de cuivre se comportent tout-à-fait, comme font deux lames de zinc dans de semblables circonstances.

11. Deux autres lames de cuivre, laissées pendant environ trois heures en contact avec une eau tenant en dissolution la dixième partie de son poids de sel commun, offrirent le même phénomène. Mais une eau légèrement salée n'eut pas la force de le produire, quoique j'y laissasse cependant les plaques plongées pendant deux jours.

Deux lames dans l'acide nitrique affaibli présentèrent néanmoins le même phénomène, sans qu'il fallût les laisser long-temps en contact avec le liquide. Le laiton se comporta à peu près comme le cuivre.

12. Ayant vu que, pour obtenir ces résultats, il n'était point nécessaire d'essuyer exactement l'une des lames, mais qu'il suffisait de tenir quelque peu la partie humide exposée à l'air, pour que, accouplée derechef avec celle restée dans le bain, elle s'électrisât en moins, et que, si le liquide était plus conducteur, le phénomène réussissait, je voulus essayer de tenir les lames

dans deux liquides différens, et de ne point laisser les parties mouillées exposées à l'air, sinon le temps très-court nécessaire pour porter l'une d'elles ou toutes les deux d'un liquide dans un autre.

En tenant une lame de cuivre dans l'acide sulfurique, et une autre dans de l'eau légèrement salée, j'ai observé que, lorsque j'enlevais des liquides les lames qui y étaient plongées, et que je les portais toutes les deux dans un verre contenant de l'eau plus ou moins salée, la déclinaison avait toujours lieu du côté de celle qui avait été dans l'eau la moins conductrice.

13. J'ai fait également des expériences analogues à celle-ci avec de l'étain, du zinc et d'autres électro-moteurs. J'ai mis une lame d'étain dans un verre d'eau salée légèrement, et une autre lame dans un autre verre contenant de l'eau fortement salée ; j'ai porté ensuite les deux lames dans un troisième verre contenant un conducteur liquide quelconque ; j'ai constamment observé que la lame qui avait été dans le liquide le plus conducteur perdait en faculté électromotrice relative plus que celle qui avait été dans le liquide le moins conducteur, de manière que l'aiguille aimantée déclinait toujours du côté de cette dernière. Les déclinaisons, en outre, étaient d'autant plus sensibles que les deux liquides où étaient plongées séparément les deux lames différaient plus en conductibilité, et que la conductibilité du troisième liquide où elles avaient été enfoncées simultanément était considérable.

Les lames de zinc se comportèrent comme celles d'étain, si ce n'est que les déclinaisons étaient quelque peu plus prononcées.

14. En répétant et variant de différentes manières ces expériences, je me suis aperçu que les lames un peu oxidées présentaient plus facilement et avec plus d'intensité ce phénomène; que deux lames bien essuyées, qui au commencement produisaient des déclinaisons à peine visibles, offraient, après avoir été plusieurs fois baignées, puis essuyées, des déclinaisons plus grandes, et que, dans quelques occasions, les déclinaisons étaient toujours plus prononcées vers une lame que vers sa compagne, quoiqu'elle fût laissée plus long-temps dans le liquide avant d'y plonger également l'autre. Par toutes ces observations, sachant combien il est difficile que l'oxidation soit uniformément distribuée dans toute la superficie d'une lame métallique, connaissant en outre quelle petite différence d'oxidation suffit pour rendre hétérogènes, dans le sens électrique, deux morceaux d'un même métal, je fus conduit à soupçonner que la non-parfaite homogénéité des surfaces des mises en contact avec les liquides, avait une part considérable dans la production du phénomène; et ce soupçon s'accrut beaucoup quand j'eus observé que, si, dans deux lames de zinc légèrement oxidées, je rendais polie une petite portion de surface, elles présentaient le phénomène avec des déclinaisons plus grandes qu'elles ne le faisaient dans des circonstances semblables avant d'avoir éprouvé cette modification.

Mais, si la non-homogénéité des surfaces est cause d'un pareil phénomène, il devra devenir plus apparent toutes les fois que les surfaces métalliques sont rendues hétérogènes, non en polissant une partie plus que le reste, mais en soudant sur elles un petit morceau d'un

autre métal. Et ceci sera pleinement prouvé par les expériences que je vais décrire.

15. Deux lames de cuivre rectangulaires, larges de 2 centimètres, longues de 9, munies d'un petit morceau de zinc de 7 millimètres carrés de superficie, furent toutes deux plongées dans une tasse d'eau à la profondeur d'environ 4 centimètres, et du côté où était soudé le zinc. Je mis les parties non mouillées en contact avec les extrémités du fil galvanométrique; elles ne produisirent aucun mouvement dans l'aiguille. Mais ayant sorti du liquide l'une des lames (celle de droite), l'ayant essuyée, puis replongée dans le même liquide, il y eut une déclinaison de plus de 10 degrés, du côté droit. Ayant laissé celle-ci dans le bain et ayant essuyé l'autre, j'obtins, en la plongeant dans le liquide, une déclinaison également grande, mais en sens contraire. J'essuyai de nouveau la première, l'aiguille déclina vers elle; et toutes les fois que j'alternai l'expérience, les déclinaisons eurent toujours lieu du côté de la lame qui avait été plongée la dernière dans le bain.

Il n'y a pas à dire que de pareilles déviations soient produites par le zinc qui est fixé au cuivre, parce que avec des morceaux si petits il n'est pas possible d'avoir des déclinaisons si grandes, en employant pour liquide une eau peu ou nullement salée. En outre, pour obtenir les phénomènes décrits, il n'est point nécessaire de retirer les lames du liquide et de les essuyer; mais il suffit d'en tirer une seulement en partie, de manière cependant que le zinc reste toujours sous l'eau, pour que, en l'enfonçant derechef à la même profondeur, elle se montre plus électrique négativement que d'abord. Répé-

tant cette opération de lever et de baisser l'une des lames, celle de droite, par exemple, et, suivant la période des oscillations de l'aiguille, celles-ci vont successivement en augmentant vers la droite : si, en tenant immobile cette lame, on fait le même mouvement avec la lame de gauche, on voit progressivement les oscillations diminuer à droite et croître à gauche.

Au lieu d'un petit morceau de zinc, si l'on soude aux lames de cuivre un petit morceau de plomb, d'étain ou de fer, on obtient également le même phénomène, quoique les déclinaisons soient moindres. Je vis la même chose avec deux lames d'argent, munies d'un petit morceau de fer; et deux lames de plomb, munies d'un petit morceau de zinc, présentèrent le phénomène avec des déviations plus notables que celles qui avaient lieu dans le zinc. D'après cela, on peut établir, en général, que tous les métaux sont capables d'offrir le même phénomène, toutefois qu'on rend leurs surfaces hétérogènes dans le sens électrique, en y attachant un morceau d'un autre métal inférieur à eux en force électromotrice relative.

16. Le phénomène présenté par les métaux dont les surfaces sont naturellement hétérogènes est du même genre que celui des métaux que l'art a rendus tels; cela est démontré, puisque toutes les circonstances qui concourent à produire ou à modifier le phénomène dans les premiers peuvent aussi le produire ou le modifier dans les seconds. Dans ceux-ci, par exemple, il n'est également point nécessaire d'essuyer les lames; il suffit de les laisser un moment exposées à l'air ambiant, pour que, en les enfonçant de nouveau dans le liquide, elles

se montrent électriques négativement au contact de la lame laissée dans le bain. Avec ces derniers pareillement, si l'on tient dans un liquide l'une des plaques, et la seconde plaque dans un autre liquide de faculté conductrice différente, en les portant ensuite toutes deux dans un troisième, on voit électrisée négativement la plaque qui était dans le liquide le moins conducteur. Enfin, les plus puissantes déviations produites dans l'aiguille du galvanomètre naissent là où la faculté conductrice du liquide est la plus énergique.

Comme il est démontré, à ce qu'il me semble, que la cause du phénomène dont nous parlons consiste dans l'hétérogénéité naturelle ou artificielle des surfaces métalliques, il n'est point difficile d'en donner une explication satisfaisante. Il est cependant nécessaire de rappeler ici les deux faits suivans : 1° le courant électrique, développé en accouplant une petite lame électropositive à une lame électronégative de surface plus grande, est beaucoup plus énergique que celui engendré par une petite lame électronégative, accouplée à une lame électropositive plus grande. 2° Les courans électriques modifient la faculté électromotrice des métaux en plus ou en moins, selon qu'ils passent des métaux au liquide, ou réciproquement.

Le phénomène dont nous parlons résulte entièrement de ces deux faits. Prenons effectivement une lame métallique, dont la surface destinée à être plongée dans le liquide ait une petite portion inférieure au reste, en faculté électromotrice relative. Il est certain que, à peine elle sera enfoncée dans le liquide, il se déterminera un courant électrique qui, allant de la surface

positive à la surface négative au moyen du liquide, tendra à abaisser la faculté électromotrice relative, ou qui la rendra moins électronégative qu'auparavant : si l'on met alors dans le même liquide une autre lame égale en tout à la première, sans avoir encore dirigé sur celle-ci aucun courant électrique, elle aura une faculté électromotrice plus grande ; et en conséquence, si les lames communiquent avec le galvanomètre, l'aiguille déclinera du côté de la dernière lame qu'on aura plongée dans le liquide.

On comprend maintenant pourquoi, même sans essuyer la lame tirée du liquide, on fait, en l'enfonçant de nouveau, décliner l'aiguille de son côté, quoique la déviation soit moindre que lorsqu'on la plonge après l'avoir essuyée. Le peu de liquide que la lame emporte avec elle ne transmet qu'avec difficulté et lenteur, à la surface négative, l'électricité qu'y a répandue la surface positive ; et en conséquence la surface négative recouvre en partie la force électromotrice relative qu'elle avait perdue.

On comprend aussi comment il arrive que, lorsque les lames sont plongées dans deux liquides différens, en les transportant ensuite toutes deux dans un même liquide, celle qui se trouvait dans le liquide le moins conducteur se montre douée d'une plus grande faculté électromotrice. On conçoit enfin comment il suffit de retirer du liquide, seulement en partie, l'une des lames, pour que, en la renfonçant ensuite à la première profondeur, on fasse décliner l'aiguille de son côté.

17. Mais si la quantité d'électricité émise par la petite surface positive, qui agit sur une surface négative don-

née, était dirigée sur une surface moindre, l'action devrait être plus puissante pour diminuer la faculté électromotrice relative. En conséquence, si les plaques ne plongeaient pas dans le liquide à une égale profondeur, celle qui descendrait plus bas devrait se montrer électro-négative; et cela se trouve confirmé par l'expérience. En effet, si l'on prend, par exemple, deux plaques de cuivre munies d'un petit morceau de zinc, qu'on les plonge d'une égale quantité dans un liquide, qu'on les mette ensuite en contact au moyen du fil galvanométrique, puis qu'on en soulève une un peu dans le liquide, l'aiguille décline immédiatement du côté de l'autre.

L'effet que les courans électriques produisent sur les métaux, lorsqu'ils altèrent la faculté électromotrice, n'est point instantané; mais elle croît jusqu'à une certaine limite en proportion du temps qu'on les fait agir. Si donc, après avoir enfoncé dans le liquide l'une des plaques, on attendait quelque temps avant d'y plonger aussi l'autre, l'effet devrait être plus grand; et ceci s'accorde encore avec l'expérience. En effet, si l'une des plaques qui a servi pour l'expérience que nous venons de décrire est plongée, à la manière ordinaire, dans une eau légèrement salée, et que tout d'un coup après on y plonge aussi l'autre, on obtient une déclinaison de 5 ou 6 degrés; mais, si l'on attend dix ou douze secondes pour y plonger cette dernière, on aura une déclinaison de 20 degrés, et plus.

Le courant électrique, qui passe du liquide au métal, affaiblit facilement la faculté électromotrice relative du métal lui-même; mais le phénomène inverse n'arrive point avec autant de facilité; même, si la plaque électro-

négative est petite, l'effet est nul ou presque nul, surtout quand la grande plaque occupe un rang inférieur dans l'échelle des électromoteurs. Si donc, au lieu d'expérimenter, comme on l'a dit jusqu'ici, avec des plaques dont l'hétérogénéité consiste à avoir une petite partie électropositive, on fait usage de plaques rendues hétérogènes, en y unissant une petite surface électronégative, le phénomène n'aura pas lieu, ou n'aura lieu que faiblement; et ceci est aussi conforme à tout ce que présentèrent les expériences. Deux lames de zinc, ayant chacune un petit morceau de cuivre soudé à une extrémité, offrirent le phénomène à peu près comme lorsqu'elles n'avaient point cette addition. Il en fut de même de deux plaques de zinc, munies d'un petit morceau d'argent (1).

(1) Pour m'assurer encore bien plus que sur les plaques des couples électromoteurs, des courans partiels peuvent avoir lieu en même temps que le courant ordinaire, j'ai monté un appareil de douze couples de cuivre et zinc, dont chacun avait un petit morceau de cuivre de quelques millimètres carrés de superficie, soudé sur la plaque de zinc. Cet appareil montra une tension négative au pôle cuivre et positive au pôle zinc, à peu près aussi puissante que celle d'un autre appareil dont les plaques de zinc ne portaient point ce petit morceau de cuivre.

Que si quelqu'un doutait encore que ces deux sortes de courans, partiels et ordinaires, soient vraiment simultanés, il pourra avoir en même temps sous les yeux la preuve des uns et des autres dans l'expérience suivante :

Qu'on accouple à une lame de cuivre, au moyen du fil

D'après tout ce qui a été dit jusqu'ici, il ne semble pas qu'on puisse douter que l'action des courans électriques, provenant de l'hétérogénéité qu'ont les métaux à la superficie, n'ait beaucoup d'influence pour produire les altérations de faculté électromotrice relative qu'offrent les métaux, quand ils sont plongés dans les liquides conducteurs.

18. Il n'est pas cependant moins vrai que les changemens chimiques produits par le liquide sur le métal, indépendamment des courans électriques, ne puissent aussi occasioner les mêmes altérations.

Deux plaques de cuivre polies et luisantes, qui ne présentent pas dans l'acide étendu le phénomène dont nous parlons, à moins d'être restées un temps considérable plongées dans le liquide, le manifestent immédiatement si l'on fait usage d'ammoniaque. Or, comme ce liquide a une conductibilité très-inférieure à celle de l'acide sulfurique affaibli, si le phénomène provenait des courans occasionés par les hétérogénéités qui se trouvent accidentellement sur les surfaces des plaques, on devrait employer plus de temps pour l'ob-

---

d'un galvanomètre, une lame de zinc à laquelle est soudé un petit morceau d'argent; qu'on les plonge ensuite dans une solution de sulfate de cuivre; la déviation de l'aiguille magnétique indiquera un courant qui, dans le liquide, procède du zinc au cuivre; et le petit morceau d'argent qui se couvre de cuivre, et la plaque de zinc qui noircit, dénoteront un autre courant qui dans le même liquide procède du zinc à l'argent qui y est soudé.

tenir, en se servant d'ammoniaque, qu'en faisant usage d'acide sulfurique.

19. Mais nous avons des preuves encore plus certaines que les liquides peuvent altérer la faculté électro-motrice relative des métaux, indépendamment des courans électriques, dans tous les cas où le métal plongé dans le liquide devient plus électronégatif. En voici quelques-uns :

Deux plaques d'étain pur, bien polies, étaient si homogènes, que, plongées en même temps dans l'acide nitrique affaibli, elles ne faisaient pas dévier le moins du monde l'aiguille du galvanomètre. Mais l'une d'elles étant restée une minute dans ce liquide, l'autre essuyée et frottée y ayant ensuite été introduite, la déviation de l'aiguille indiqua que la plaque laissée dans le liquide s'électrisait négativement au contact de l'autre.

Ce phénomène ne dépend pas de l'électricité qui se développe par le contact de l'étain avec l'acide :

1°. Parce que les deux plaques étant d'étain, le contact du même liquide devrait les électriser toutes deux de la même manière ;

2°. Parce que l'action du contact dans l'électrisation est instantanée, et croît, dans notre cas, si la plaque reste plus long-temps dans le liquide. Deux plaques d'étain, semblables à celles mentionnées ci-dessus, furent plongées l'une après l'autre dans l'acide nitrique étendu, en ne laissant entre les deux immersions que l'intervalle de cinq secondes, et l'on eut une déclinaison de 3 degrés. Mais, ayant renouvelé l'expérience en laissant une plaque dans le liquide pendant trente se-

condes avant d'y plonger l'autre, la déclinaison fut de 10 degrés ;

3°. Parce que, si après que les plaques sont restées pendant quelque temps dans l'acide nitrique, on en met l'une accouplée avec sa compagne dans un autre liquide, par exemple, de l'eau plus ou moins salée, ou de l'acide sulfurique, on remarque encore le même phénomène ; c'est-à-dire qu'on voit s'électriser négativement celle qui a été baignée dans l'acide nitrique ;

4°. Parce que, si l'on emploie l'ammoniaque en place d'acide nitrique, on obtient un résultat analogue au précédent ; c'est-à-dire qu'on électrise en moins la lame qui a été baignée la première, quoique l'étain, au contact de l'ammoniaque, s'électrise en plus et non en moins, comme il fait au contact de l'acide nitrique ;

5°. Finalement, parce que, si la même expérience se fait avec l'acide sulfurique affaibli ou concentré, on a un effet contraire, c'est-à-dire que la plaque, la première plongée dans le liquide, s'électrise en plus, quoique l'étain, en contact avec l'acide sulfurique, s'électrise négativement, comme il fait au contact de l'acide nitrique.

20. On pouvait aussi soupçonner que ce phénomène résultait de l'électricité qui se développe par l'action chimique exercée par l'acide sur le métal ; mais cela n'était plus possible, après avoir observé que la lame d'étain qui était restée dans l'acide nitrique se montrait électrisée négativement au contact de l'autre lame, même après avoir été frottée avec un petit morceau de drap, ou après avoir été exposée à l'air jusqu'à ce qu'elle eût été essuyée. Et non-seulement l'électricité, qui

pourrait se développer accidentellement par l'action chimique, n'est point la cause du phénomène; mais il semble aussi qu'elle n'ait pas même sur lui d'influence sensible. En effet, tandis qu'une lame d'étain plongeait dans l'acide nitrique, je fis communiquer la partie qui sortait du liquide avec un conducteur d'une immense capacité, avec la mer, afin que l'électricité développée par l'action chimique eût de l'espace pour se dissiper; et cette communication ne fut supprimée qu'après que la plaque eut été accouplée avec sa compagne au moyen du fil galvanométrique, et que cette dernière eut été aussi introduite dans l'acide; mais l'effet ne fut pas différent lorsqu'on répéta l'expérience avec toutes les circonstances semblables, en supprimant la communication avec la mer, de la plaque tenue plongée dans le liquide.

L'action chimique de l'acide sur le métal n'est donc que la cause éloignée de l'électricité qui se manifeste dans de pareils phénomènes, puisqu'elle produit l'hétérogénéité des plaques, d'où résultent ensuite les courans électriques indiqués par les galvanomètres.

Quoique ce ne soit pas mon intention de faire connaître ici toutes les modifications que différens conducteurs humides peuvent produire dans les métaux quant à leurs rapports électriques, j'ai pourtant fait, dans ce but, plusieurs autres expériences semblables; mais il sera plus à propos de les rapporter dans la seconde partie de ce Mémoire. Il me suffit, pour l'instant, de pouvoir conclure :

1°. Que les conducteurs liquides peuvent altérer la

faculté électromotrice relative des métaux qui y sont plongés ;

2°. Que ces altérations peuvent dépendre des courans électriques partiels, engendrés par les hétérogénéités que présentent les surfaces mêmes des métaux plongés dans les liquides, surtout quand le métal est rendu plus électropositif qu'auparavant ;

3°. Que les mêmes altérations peuvent encore avoir lieu indépendamment de ces hétérogénéités, et par les seules modifications produites sur les métaux par l'action chimique que les liquides exercent sur eux.

(*La fin au Cahier prochain.*)

SUR *le Mélange de la farine de froment avec d'autres farines.*

Par M. RODRIGUEZ, de Buénos-Ayres.

PAR l'analyse mécanique, répétée un grand nombre de fois, 100 parties de la farine de froment, sur laquelle j'ai opéré, m'ent donné constamment de 27 à 28 parties de gluten hydraté : les farines de seigle, de riz, de maïs, de pois et de haricots, traitées de la même manière, n'ont laissé aucun résidu.

Dans un mélange de parties égales de farine de froment et de fécule de pomme de terre, soumis au même genre d'analyse, la perte du gluten a été d'environ un tiers; car, au lieu de 13,5 à 14 que l'on aurait dû obtenir, on n'a trouvé que 9,3. Des mélanges semblables, dans la proportion de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, de fécule de pomme de

terre, ont donné sensiblement le même résultat que si la farine de froment eût été seule.

Dans le traitement par l'eau de ces divers mélanges, il se présente un phénomène qui mérite d'être signalé. Vers le milieu de l'opération, la masse, d'abord assez solide, commence à se convertir en une bouillie épaisse et collante, qu'il est impossible de retenir entre les mains. En la jetant alors sur un tamis fin, et continuant à la presser entre les doigts, elle ne tarde pas à devenir complètement liquide. Arrivé à ce point, il faut diminuer le filet d'eau ; car, sans cette précaution, une partie du gluten serait entraînée avec la fécule à travers le tamis : avec des gouttes d'eau qui se succèdent lentement, on évite cet inconvénient. Au bout de quinze à vingt minutes, la masse reprend l'état solide, et on peut alors augmenter le filet d'eau. En remplaçant la fécule de pomme de terre par la farine de riz ou l'amidon de froment, les mêmes phénomènes se présentent, et on obtient des résultats semblables.

La farine de maïs, de haricots ou de pois, mêlée avec la farine de froment, se comporte d'une manière différente. La pâte conserve une ténacité convenable, et le gluten n'éprouve pas la moindre perte, dans quelques proportions que soit fait le mélange. On doit attribuer en partie cette différence à la division imparfaite de ces farines ; mais il est probable qu'elle dépend aussi de leur nature particulière. Il est, au reste, très-facile de reconnaître la présence de ces farines dans celle de froment par l'odeur particulière qui se développe pendant que l'on pétrit la masse ; on remarque de plus, pour la farine de pois, et particulièrement pour celle de hari-

cots, que le mélange devient excessivement collant et pâteux jusqu'à la fin de l'opération. Les mélanges avec la farine de seigle présentent aussi un caractère bien tranché; ils se séparent en petites parties, qu'il est impossible de réunir en une pâte homogène.

On voit, par ces expériences, qu'il est facile de s'assurer, par l'analyse mécanique, si la farine de froment est pure ou mélangée; on peut même reconnaître si elle contient un seizième de matières étrangères; mais ce genre d'analyse ne peut être exact, quelque habitude que l'on ait, et il est indispensable de recourir à d'autres moyens.

J'ai distillé dans une cornue de grès, à une forte chaleur, de la farine pure de froment; le produit de la distillation, recueilli dans un vase contenant de l'eau, a été trouvé parfaitement neutre. La farine de seigle a aussi donné un produit neutre. Les farines de riz et de maïs, l'amidon de froment et de pomme de terre ont donné des produits acides. Les farines de haricots, de lentilles et de pois ont fourni un liquide alcalin. Divers mélanges de ces farines avec celle de froment ont donné les mêmes résultats que si l'on eût distillé ces farines seules. Ainsi, parties égales de farine de froment et de fécule de pomme de terre ont donné un produit dont l'acidité était exactement la même que si l'on n'eût distillé que la fécule de pomme de terre.

Les liquides obtenus dans ces différentes opérations ont été saturés par des dissolutions équivalentes de carbonate de potasse et d'acide sulfurique.

100 parties de fécule de pomme de terre ont donné un produit acide qui a exigé pour sa saturation, en carbonate de potasse..........	38 divisions.
100 de riz.........................	28
100 de farine de maïs.............	16
100 amidon de froment.............	40
50 farine de froment, plus 50 de fécule de pomme de terre........	19
50 farine de froment, plus 50 de farine de riz..................	14
100 de farine de haricots ont donné un produit alcalin qui a exigé pour sa saturation, en acide sulfurique.........................	36 divisions.
100 de farine de lentilles...........	20
100 de pois......................	20
100 de gluten humide.............	100

L'amidon de froment, dans son état ordinaire, a perdu, à la température de l'eau bouillante, 13,1 pour $\frac{0}{0}$ d'humidité, et la fécule de pomme de terre 19,8. Ces deux nombres sont assez d'accord avec les quantités de carbonate de potasse qu'ont exigées, pour leur saturation, les liquides acides de chacune des fécules.

Les farines contiennent des quantités différentes de gluten. En admettant qu'elles soient connues, au moins approximativement, il est facile, par la simple distillation de la farine et la saturation du produit, de connaître dans quelle proportion elle a été mélangée avec une autre substance farineuse connue. Ainsi, en partant des données

précédentes, une farine de froment, qui donnera à la distillation un produit acide, sera mélangée de fécule de pomme de terre, de farine de riz ou de maïs. Si l'on sait que c'est la fécule de pomme de terre qui fait partie du mélange, et que 100 parties de ce mélange ont donné un produit acide qui a exigé pour sa saturation 10 divisions de carbonate de potasse, on trouvera, par une simple règle d'alliage, qu'il est formé de 26,3 de fécule et de 73,7 de farine.

Ces expériences de distillation des farines, que M. Rodriguez avait faites, à mon invitation, font voir que les graines des légumineuses sont beaucoup plus azotées que celles des céréales. Ce résultat est très-important sous le rapport de leur propriété nutritive; car il apprend que les farines des légumineuses, réunies à la pomme de terre, l'animalisent fortement, et la rendent par là plus propre à la nourriture de l'homme et à celle des animaux.

G.-L.

Mémoire *sur les Chlorures d'iode; sur un nouveau procédé pour obtenir promptement l'acide iodique absolument pur; et sur un moyen de précipiter la plus petite quantité de l'un quelconque des alcalis végétaux dans leur dissolution alcoolique.*

Par M. Sérullas.

Dans mon Mémoire sur l'iodure de carbone (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. xxii, p. 179) j'ai fait voir qu'en saturant incomplètement par la potasse une dissolution alcoolique de chlorure d'iode, il se précipitait à l'instant

un iodate très-acide de cette base ; j'ajoutai presque en même temps, dans une lettre à M. Gay-Lussac (même volume, page 222), que *la formation d'un iodate avec excès d'acide, dès les premiers momens de la saturation d'une dissolution de chlorure d'iode, semblait prouver la préexistence de l'acide iodique dans la dissolution, et conséquemment confirmer qu'elle est un mélange d'acide iodique et d'acide hydrochlorique, comme l'avait dit M. Gay-Lussac.*

Plus tard, à l'occasion de mes recherches sur les chlorures de cyanogène (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXVIII, p. 388), je m'exprimais ainsi : *Ce nouvel exemple vient confirmer, selon moi, l'opinion de M. Gay-Lussac, qui a considéré la dissolution de chlorure d'iode dans l'eau comme un mélange d'acide iodique et d'acide hydrochlorique, et cela contradictoirement à la façon de voir de Davy, qui suppose que cette transformation n'a lieu qu'au moment de la saturation, et par l'influence de l'alcali. Si l'on ne peut retirer de la dissolution du chlorure d'iode dans l'eau l'acide iodique, on en trouve la cause dans la décomposition mutuelle des acides iodique et hydrochlorique par l'action de la chaleur*, etc.

Mon travail sur les iodates acides (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLIII, p. 113) vint pleinement confirmer ce qui précède.

Enfin, dans mon observation sur le chlorure d'iode (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLIII, p. 208), je modifiai ma manière de voir, et j'ai dit : *La question de savoir si le chlorure d'iode dans l'eau est une simple dissolution, ou si, par son contact avec ce liquide, il*

se transforme en acide iodique et en acide hydrochlorique, n'est pas franchement décidée. J'avais incliné, par des motifs que j'ai donnés dans le temps, à adopter cette dernière opinion; toutefois, comme l'acide iodique et l'acide hydrochlorique se décomposent mutuellement, l'autre façon de voir était plus probable, à moins, ainsi que le pensent quelques chimistes, qu'il ne s'y trouve à l'état de chlorure lorsqu'elle a une certaine concentration, et à l'état d'acide iodique et d'acide hydrochlorique quand elle est étendue et incolore; ce qui revient à dire lorsqu'elle est à l'état de perchlorure, parce qu'on sait parfaitement qu'on ne peut la décolorer qu'en la saturant de chlore, et lorsqu'elle est très-étendue.

J'avais observé, en outre, que, lorsqu'on met une dissolution d'iodate neutre de potasse avec une dissolution de chlorure d'iode, à la température ordinaire même, l'alcool qu'on y verse en sépare de l'iodate acide qui, étant dissous, cristallise avec toutes ses propriétés.

Il en est de même avec l'iodate neutre de soude, mêlé à du chlorure d'iode; l'alcool en précipite un iodate acide de cette base. Mais on sait, d'après ce que j'ai dit, qu'on n'obtient pas d'iodate acide de soude cristallisé; alors, quand on dissout celui qu'on a produit par précipitation au moyen de l'alcool, il se forme, après une évaporation convenable, au milieu de la liqueur très-acide, un iodate neutre de soude en beaux cristaux transparens; en effet, pour avoir l'iodate de soude bien cristallisé, un excès d'acide est nécessaire. L'existence de l'iodate acide de soude, s'il y a combinaison, ne serait qu'éphémère.

Ces expériences ne pouvaient laisser de doute sur la préexistence de l'acide iodique et de l'acide hydrochlorique dans la dissolution de chlorure d'iode. Il paraît que, dans ce dernier cas, c'est l'acide hydrochlorique qui agit sur l'iodate neutre, en s'emparant d'une portion de la base; car on trouve dans la liqueur du chlorure de sodium : en effet, si sur un iodate neutre de soude ou de potasse on verse de l'acide hydrochlorique, l'alcool en précipite également un iodate très-acide qui, par l'agitation avec un tube, se réunit en une masse d'une grande blancheur, susceptible d'être malaxée entre les doigts comme de la cire; ce qui a lieu aussi dans le cas précédent.

D'un autre côté, il ne serait nullement probable que, la neutralisation une fois satisfaite, la potasse ou la soude pussent agir, c'est-à-dire que, par l'influence d'un iodate neutre, l'eau pût être décomposée.

Toutefois, rien jusqu'à présent n'a fait voir que ce que j'ai publié à ce sujet ait fixé l'attention des chimistes. Seulement M. Dumas, à l'imitation de M. Balard, qui emploie l'éther pour séparer le brome de sa dissolution aqueuse, a fait l'application de ce moyen à la séparation du chlorure d'iode, et avec un tel succès qu'il se crut autorisé dans le temps à annoncer que le brome n'était qu'un chlorure d'iode; il revint bientôt de sa première décision, et se borna à signaler l'éther comme propre à enlever à l'eau les deux chlorures d'iode. (Dumas, *Traité de Chimie appliquée aux arts*, t. 1er, p. 105.) Aujourd'hui cette même expérience l'a conduit à une observation plus heureuse, il a reconnu que cet éther enlève à l'eau le sous-chlorure seulement; et il

en a tiré la juste conséquence que le sous-chlorure d'iode, dont l'existence, du reste, est mal déterminée, ne décompose pas l'eau, et que le chlorure la décompose.

Toutefois la preuve qu'il en donne est moins directe que celle que j'ai produite tant de fois, et l'on ne reste pas davantage convaincu, parce qu'on peut objecter que, les deux chlorures étant différens par leur composition, l'un peut rester en dissolution dans l'eau, et l'autre dans l'éther.

L'exposé que je viens de faire était nécessaire pour lier ensemble des faits presque ignorés qui me sont propres, et d'autres qui ne sont pas connus, qui m'appartiennent également, et qui se rattachent à l'histoire des iodates. Ce qui va suivre jettera un plein jour sur la question des chlorures d'iode, la terminera relativement à leur action sur l'eau, et montrera en même temps des résultats nouveaux assez curieux, qui, je crois, pourront trouver des applications utiles, autres que celles que je vais déjà faire connaître.

Acide iodique obtenu directement par l'action de l'eau sur le chlorure d'iode.

Lorsque j'ai traité de l'acide iodique cristallisé (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XLIII, p. 216), j'ai décrit les propriétés de cet acide jusqu'alors à peine connues, parmi lesquelles j'ai signalé son insolubilité dans l'alcool concentré ; d'un autre côté, je suis toujours resté frappé des expériences précédemment rappelées, d'après lesquelles je croyais avoir démontré

que le chlorure d'iode décomposait l'eau, sauf la distinction nouvelle et importante que nous devons à M. Dumas, savoir, la décomposition de l'eau par le chlorure et la non-décomposition par le sous-chlorure; distinction que je faisais moi-même, mais en la rapportant à une autre cause, à la plus ou moins grande concentration de la dissolution du chlorure.

Ces deux propriétés qui m'étaient mieux connues qu'à personne, puisque l'une était le résultat de mon observation, et que j'avais établi, par des faits, l'existence de l'autre qu'on ne faisait que soupçonner; ces deux propriétés (l'insolubilité de l'acide iodique dans l'alcool et l'action décomposante du chlorure d'iode sur l'eau) réunissaient, à mes yeux, les élémens d'une expérience d'après laquelle on devait obtenir directement l'acide iodique du perchlorure d'iode; elle consiste à mettre en contact de l'alcool concentré avec du perchlorure d'iode humecté. Une partie de l'eau devait fournir, par sa décomposition, comme dans tous ces cas, l'hydrogène au chlore et l'oxigène à l'iode, et les nouveaux produits de cette réaction, l'acide hydrochlorique rester en dissolution dans l'alcool, et l'acide iodique se précipiter, vu son insolubilité dans ce liquide. Le résultat a tout-à-fait répondu à mon attente.

On obtient, par ce moyen, à l'instant, de l'acide iodique parfaitement pur.

Pour mieux réussir, il faut avoir du perchlorure d'iode solide, le plus saturé de chlore, introduire dans le flacon qui le contient une petite quantité d'eau, ou mieux de perchlorure en dissolution, puis un certain nombre de fragmens assez gros de verre, pour détacher par

l'agitation le chlorure adhérent aux parois ; l'on fait passer la matière dans un plus petit flacon bouché, de 8 à 10 onces, pour l'agiter facilement et sans être incommodé ; l'entonnoir retient les fragmens de verre, qu'on lave avec de petites quantités de la dissolution de perchlorure saturée ; cette agitation a pour but de réduire le chlorure solide en poudre, le mettre en contact dans toutes ses parties avec le liquide, et le débarrasser le plus qu'on peut du sous-chlorure, auquel on sait qu'il est toujours associé. On verse de nouveau dans une capsule ; l'on décante autant que possible le liquide surnageant, puis on ajoute par petites quantités de l'éther ou de l'alcool de 38 à 40, en agitant doucement avec un tube. Presque aussitôt la partie solide se blanchit, et le liquide qui surnage se colore en jaune. On décante encore, et on lave à l'alcool jusqu'à ce qu'il cesse de se colorer. On laisse déposer, l'acide se présente alors parfaitement pur sous forme d'une poudre blanche cristalline, qui, étant sèche et pressée sous le doigt, résiste comme du sable très-fin ; du reste, on peut dissoudre l'acide iodique, filtrer et le soumettre à la cristallisation par les procédés que j'ai indiqués, c'est-à-dire, en mêlant à la dissolution de l'acide sulfurique, et l'abandonnant à la cristallisation dans une étuve.

Je fais remarquer que le sous-chlorure d'iode étant plus soluble que le chlorure, on peut débarrasser presque entièrement ce dernier de l'autre, au point de le ramener à une légère couleur jaune-serin, en le lavant avec une très-petite quantité d'une dissolution de perchlorure incolore, qui est susceptible de dissoudre beaucoup de sous-chlorure. Dans ce cas, il est probable, à en

juger par sa décoloration, que le précipité est déjà formé en majeure partie d'acide iodique. (Pour opérer la transformation du chlorure d'iode en acides hydrochlorique et iodique, il est utile, je le répète, d'enlever autant qu'il est possible, au chlorure qu'on doit employer, le sous-chlorure, qui non-seulement ne peut donner d'acide iodique, mais qui paraît exercer sur l'alcool une réaction particulière nuisible à l'opération.)

Il est donc bien évident maintenant qu'il n'existe pas de perchlorure en dissolution dans l'eau ; que, par son contact avec ce liquide, il se transforme en acide hydrochlorique et en acide iodique. Il arrive même, lorsqu'on agit sur du chlorure solide le plus saturé de chlore, c'est-à-dire, qui est resté pendant long-temps en contact dans de grands flacons, avec un très-grand excès de chlore, qu'on vient à verser dessus une dissolution de chlorure déjà saturée, il se précipite de l'acide iodique ; mais, comme il est très-soluble dans l'eau, on ne le sépare entièrement que par l'alcool concentré, qui s'empare du sous-chlorure qui peut s'y trouver, et de l'acide hydrochlorique qui s'est formé.

Ainsi on ne peut pas objecter que la présence de l'alcool pourrait être la cause déterminante de la décomposition de l'eau en raison du produit insoluble, auquel la réaction donne naissance dans ce cas.

La connaissance positive que nous avons de l'action du chlorure d'iode sur l'eau permet d'interpréter avec certitude les phénomènes auxquels sa dissolution donne lieu dans son contact avec d'autres corps.

De l'oxide d'argent, agité avec une dissolution alcoolique d'iode, donne pour produits de l'iodure et de

iodate d'argent, tous deux insolubles et faciles à séparer à l'aide de l'ammoniaque, qui dissout l'iodate sans toucher à l'iodure. Dans ce cas, l'oxigène de l'oxide a acidifié une partie de l'iode.

Mêmes phénomènes avec une dissolution de chlore; chlorure d'argent insoluble, et chlorate de ce métal qui reste en dissolution.

De l'oxide d'argent agité dans une dissolution de perchlorure d'iode, on obtient du chlorure d'argent et de l'acide iodique libre. On peut laisser dans la liqueur un petit excès des deux acides, qui dans l'évaporation se volatilisent sous forme de chlorure.

Pour reconnaître à peu près le terme où l'on doit arrêter l'addition de l'oxide, on filtre de temps en temps de petites portions du liquide qu'on évapore à siccité; on juge, par l'intensité de la couleur, la quantité de chlorure d'iode qui peut encore y rester; alors on ajoute de l'oxide d'argent jusqu'au point convenable, que l'on pourrait même un peu dépasser sans inconvénient, puisque l'iodate d'argent qui en résulte est insoluble.

Ainsi il y a formation d'eau par l'hydrogène de l'acide hydrochlorique et l'oxigène de l'oxide; le chlorure d'argent se précipite, et l'acide iodique reste dans la liqueur. On aurait pu même, dans le temps où on avait beaucoup de difficulté à obtenir l'acide iodique par l'oxide de chlore, employer ce moyen. L'acide iodique qu'il m'a fourni est pur. Lorsqu'on a mêlé l'oxide d'argent à la dissolution de perchlorure, d'après le mode qui a été indiqué, on filtre, on évapore à siccité; on redissout dans une petite quantité d'eau, on filtre encore et

on évapore de nouveau. Il ne se forme d'iodate d'argent, d'après l'examen que j'ai fait des précipités, que dès le moment où l'acide hydrochlorique est absorbé, et que la quantité d'oxide d'argent dépasse cette limite.

Des feuilles légères d'argent mises en contact avec une dissolution incolore de perchlorure, il se forme à l'instant du chlorure et de l'iodure d'argent, qu'on sépare encore par l'ammoniaque. Ainsi la double tendance du chlore et de l'iode à s'unir à l'argent, de l'oxigène d'un acide pour l'hydrogène de l'autre, détermine la formation des iodure et chlorure.

Précipitation des alcalis végétaux par l'acide iodique.

Dans mon Mémoire sur les iodates et les chlorates des alcalis végétaux, j'ai constaté que l'acide iodique, dissous et versé dans les dissolutions aqueuses un peu concentrées des iodates neutres à bases des alcalis végétaux ou d'autres sels de ces mêmes bases, donnait lieu aussitôt à un précipité abondant d'un iodate très-acide.

Cette propriété très-remarquable des combinaisons de l'acide iodique avec les alcalis végétaux d'être peu solubles, m'a semblé très-propre à reconnaître ces mêmes alcalis dans leur dissolution, surtout dans l'alcool. En effet, la plus petite quantité d'un alcaloïde peut être décelée par l'acide iodique ou par du perchlorure d'iode dissous; car nous savons maintenant que ces deux dissolutions sont identiques, sauf, dans l'une, son mélange avec de l'acide hydrochlorique; mais la présenee de ce dernier ne nuit aucunement à l'effet, car nous avons reconnu ailleurs que l'acide iodique déplace les alcaloïdes

de leurs combinaisons avec les autres acides sulfurique, hydrochlorique, nitrique, chlorique, etc.

Il est bien entendu que l'expression de dissolution de perchlorure d'iode dont je me sers ne veut pas dire autre chose qu'un mélange liquide d'acide iodique et d'acide hydrochlorique.

L'action de cette dissolution sur les alcaloïdes libres ou combinés à d'autres acides, et dont j'avais fait l'essai bien avant mes autres expériences sur le même sujet, était déjà pour moi une preuve manifeste qu'elle contenait de l'acide iodique; parce qu'on ne pouvait pas supposer qu'un iodate neutre d'un alcali végétal déterminât la décomposition de l'eau; ce qui aurait dû être dans la supposition d'un chlorure.

J'ai mesuré le degré de sensibilité de l'acide iodique comme réactif des alcaloïdes; il est très-grand. Cet acide peut être classé, pour cet objet, comme l'un des moyens les plus exacts que possède la chimie; il est susceptible de donner des précipités promptement par la centième partie d'un grain avec quelques-uns, la quinine et la cinchonine, d'une manière telle qu'on peut recueillir en peu de temps ce précipité, même dans une quantité d'alcool très-grande relativement à celle de l'alcaloïde, plusieurs milliers de fois son poids.

L'acide iodique doit être assez étendu d'eau pour qu'il ne trouble pas lui seul dans l'alcool; cette condition est toujours remplie, en employant pour ces expériences la dissolution de perchlorure d'iode.

Tous les alcaloïdes ne sont pas sensibles au même degré; mais le moins de tous est un cinquième de grain.

Comment concevoir des effets si marqués avec de si petites quantités? C'est l'acide iodique, qui s'ajoute en

très-grande proportion, qui s'unit à la petite quantité de l'alcaloïde; aussi l'acide iodique doit être versé dans la liqueur en quantité suffisante et par gouttes, car c'est à lui qu'est due l'abondance du précipité. Conséquemment un alcaloïde ne serait pas un réactif aussi sensible pour déceler l'acide iodique qui ne se trouverait qu'en quantité extrêmement petite; ce que l'on conçoit encore, parce que l'iodate neutre qui se forme d'abord est plus ou moins soluble, et ce n'est que lorsque l'acide prédomine que la combinaison insoluble se produit.

Quoi qu'il en soit, on pourrait dire que l'acide iodique, comme réactif, est aux alcalis végétaux, libres ou combinés, particulièrement à la quinine et à la cinchonine, ce que l'acide sulfurique est pour la baryte.

Cette propriété repose, comme on voit, sur la tendance qu'ont, en général, les acides solides à former des combinaisons avec excès d'acide, et ces combinaisons d'être peu solubles. On n'obtient pas cristallisés les iodates acides des alcalis végétaux, et j'ignore s'ils sont à proportions déterminées quant à l'acide excédant; dans tous les cas, ils doivent contenir beaucoup d'acide.

L'acide iodique ne se dissout pas dans l'alcool; mais, lorsqu'il est en dissolution dans l'eau un peu étendue, sa précipitation par l'alcool ne s'effectue que très-lentement, par un long repos et seulement en partie; la présence d'un alcaloïde dans le liquide détermine cette précipitation qui est alors subite.

La morphine, comme je l'ai fait voir dans le temps, exerce une action décomposante sur l'acide iodique, et c'est un moyen de la reconnaître en très-petite quantité. Les deux chlorures d'iode dissous agissent sur elle; mais l'action doit être différente, puisque de ces deux disso-

lutions, l'une contient de l'acide iodique, et que l'autre n'en contient pas.

J'espère pouvoir faire de l'acide iodique, ou de la dissolution de perchlorure d'iode, un procédé pour l'essai des quinquinas; l'alcool, qui est nécessaire dans ce cas, l'est également pour l'extraction de ces bases végétales qui s'y dissolvent toutes; il fournira peut-être un moyen d'exploration propre à nous révéler, dans certains végétaux marquans, l'existence de quelque alcaloïde qu'ils pourraient contenir.

Il faut avoir l'attention que l'iode qu'on emploie pour la préparation du chlorure soit pur, parce que les matières salines que contient l'iode du commerce passent dans le chlorure et conséquemment dans l'acide iodique; de plus, je me suis aperçu que l'alcool, concentré ordinairement au moyen de la chaux caustique, entraînait des traces de cette dernière; en sorte qu'on pourrait avoir deux causes de précipitation étrangères aux alcaloïdes, l'une par les nouveaux sels formés avec la chaux et l'autre par les sels préexistant dans le chlorure d'iode. Pour éviter cet inconvénient qui m'a induit en erreur avant que j'en eusse reconnu l'origine, j'ai précipité par l'eau l'iode de sa dissolution alcoolique, et redistillé l'alcool avec quelques gouttes d'acide sulfurique.

Je rappellerai que les précipités qui résultent de l'union de l'acide iodique avec les alcalis végétaux dans l'alcool, étant secs, se décomposent avec explosion, à une température peu élevée, de 115 à 120 degrés, en les chauffant seulement sur du papier; qu'ils donnent lieu à une forte détonation quand on opère leur décomposition dans un tube. L'acide iodique et une matière végétale, surtout en état de combinaison, rendent compte

de cet effet ; mais c'est toujours un caractère à noter, qui sert à prouver la présence d'une matière végétale dans ce composé.

En résumé, il est bien démontré, par les faits énoncés dans ce Mémoire,

1°. Que le perchlorure d'iode, comme déjà depuis long-temps j'en avais trouvé le prémier la preuve dans la formation des iodates acides, étant en contact avec l'eau, la décompose en donnant lieu à de l'acide iodique et de l'acide hydrochlorique.

2°. Que le perchlorure d'iode solide, préalablement lavé légèrement à l'eau ou mieux avec de la dissolution de perchlorure, mis encore en contact avec l'éther ou l'alcool concentré, se transforme subitement, par les élémens de l'eau, en acide hydrochlorique qui reste dans la liqueur, et en acide iodique très-pur qui se précipite, vu son insolubilité dans l'alcool.

3°. Que l'oxide d'argent, mis en quantité convenable et agité avec la dissolution de perchlorure d'iode, s'empare seulement de l'acide hydrochlorique, laissant dans la liqueur l'acide iodique libre et pur.

4°. Que l'acide iodique (la dissolution de perchlorure d'iode, en raison de l'acide iodique qu'elle contient, produit le même effet) s'unit avidement aux alcalis végétaux, formant des composés très-acides de ces bases, presque insolubles dans l'alcool concentré; ce qui fournit le moyen de reconnaître la présence de très-petites quantités de l'un quelconque des alcaloïdes en dissolution dans l'alcool, condition qu'on peut toujours facilement établir.

Note *sur l'Inflammation spontanée des charbons pulvérisés.*

Par M. Aubert, colonel d'artillerie (1).

Dans différentes circonstances il s'était manifesté, dans les poudreries, des inflammations spontanées de charbon, le plus ordinairement au moment où cette substance, mise en morceaux, était brisée par les premiers coups de pilon. Cependant des inflammations spontanées de charbon pulvérisé avaient aussi eu lieu, en 1802, à la poudrerie d'Essonne; en 1824, à celle du Bouchet, et en 1825, à celle d'Esquerdes. Ce phénomène s'étant renouvelé à la poudrerie de Metz en 1828, et de semblables inflammations pouvant occasioner les accidens les plus graves, on crut utile de faire toutes les recherches et tous les essais nécessaires pour en découvrir les causes, et pour constater les circonstances les plus propres à en déterminer la reproduction.

La Note suivante, qu'il a semblé utile de porter, par la voie du Mémorial, à la connaissance de MM. les officiers d'artillerie, fait connaître avec détail les circonstances de l'inflammation spontanée qui s'est manifestée à Metz, et les essais entrepris pour éclaircir cette question.

---

(1) Extrait d'un rapport fait à l'Administration des poudres et salpêtres, par M. Perruchot, commissaire de la Poudrerie de Metz, et le capitaine Colomb, inspecteur à la même Poudrerie.

La poudrerie avait été chargée de préparer du charbon très-divisé pour les besoins de l'école de pyrotechnie; le travail en fut commencé le 31 mars 1828; le charbon fut fait par voie de distillation avec du bois de bourdaine bien sec, et l'opération fut dirigée de manière à retirer 25 kil. de charbon, de 100 kil. de bois. Vingt-quatre heures seulement après sa confection, le charbon fut pesé, et trituré ensuite pendant cinq heures avec des gobilles de bronze de 7 à 10 millimètres de diamètre, dans des tonnes en cuir de $1^{m}.00$ de diamètre sur $1^{m}.15$ de hauteur, faisant trente révolutions par minute. Chaque tonne ne renfermait d'abord que 10 kil. de charbon, et le poids des gobilles s'élevait à 35 kil.; mais le charbon contenant, après sa trituration, beaucoup de parcelles de bronze, on réduisit le poids des gobilles à 25 kil., et la durée de la trituration à trois heures. Le charbon pulvérisé dans une opération était étendu dans une maie tout le temps d'une nouvelle trituration, et on le mettait ensuite dans des futailles. On devait d'autant moins craindre l'inflammation spontanée du charbon, que depuis plus de six ans qu'on le triturait ainsi, réuni au soufre, rien n'avait pu faire présager un semblable accident, et que l'on avait d'ailleurs constaté que, dans les lissoirs et dans les tonnes de trituration, la température ne s'élevait jamais de plus de 25 à 30 degrés centigrades au-dessus de celle de l'atelier.

Cependant, le 3 avril au matin, on s'aperçut que 80 kil. de charbon pulvérisé la veille, et mis dans une futaille, s'étaient enflammés spontanément.

Une nouvelle opération eut un semblable résultat. 80 kilogrammes de charbon, produit de la trituration

d'une journée, avaient été mis dans deux barils qui en contenaient chacun 40 kil. Le lendemain de la trituration, le feu se manifesta dans le baril où l'on avait réuni le charbon trituré dans la première partie de la journée; l'autre baril, quoique placé à côté du premier, s'échauffa graduellement, mais ne s'enflamma pas. On reconnut que le charbon contenait 6 millièmes de bronze. Il est à remarquer que le charbon, pulvérisé par le procédé qui vient d'être décrit, est excessivement divisé; il a l'apparence d'un liquide onctueux, et occupe un espace trois fois plus petit qu'en bâtons de 15 à 16 centimètres de longueur.

Dans les expériences qui furent entreprises par suite de cet événement, dans le but d'en étudier les circonstances et d'en rechercher les causes, on se proposa d'abord de déterminer l'influence du mode de carbonisation sur l'inflammation spontanée du charbon du bois de bourdaine. Les tonnes de trituration n'étant qu'au nombre de deux, on ne put opérer en même temps que sur deux espèces de charbons différentes. L'un de ces charbons avait été fortement distillé en vaisseaux clos, et était noir; 100 kil. de bois très-sec en avaient fourni seulement 25 kil. L'autre charbon avait été fait, en vases ouverts, dans des chaudières de fonte. Toutes les autres circonstances furent scrupuleusement conservées les mêmes. De même que dans l'opération précédemment décrite, la trituration fut faite à l'aide de gobilles de bronze pesant deux fois et demie le poids du charbon, dans des tonnes faisant trente tours par minute; elle dura trois heures consécutives. Le charbon ne fut soumis à cette trituration que quarante-huit heures après sa

confection. Comme on ne pouvait triturer à la fois que 13 à 14 kil. de charbon dans chaque tonne, et qu'il en fallait au moins quarante pour déterminer l'inflammation spontanée, on fut obligé de faire trois triturations pour chaque espèce de charbon. Les produits, à mesure qu'ils étaient obtenus, étaient mis séparément dans des futailles de 1[hectol.],6 de capacité, placées l'une à côté de l'autre et recouvertes d'une toile. Pendant la trituration, la température s'éleva également dans les deux tonnes, au-dessus de celle de l'atelier; cette élévation fut de 15 degrés pour le premier chargement de charbon, de 20 pour le deuxième, et de 24 pour le troisième.

Les deux futailles ayant reçu chacune 42 kilogrammes de charbon, elles furent fermées avec un couvercle en bois percé de deux trous, l'un au centre et l'autre vers le bord, pour introduire des thermomètres dans le charbon, et en prendre la température. Depuis la fin de la carbonisation, jusqu'au moment de la mise du charbon dans les futailles, il s'était écoulé environ 60 heures. La température du charbon fut observée fréquemment; elle s'éleva à son *maximum*, au centre des futailles, en seize à dix-huit heures; savoir : pour le charbon distillé, à 41 degrés au-dessus de celle de l'atelier qui était de 12 degrés, et pour l'autre charbon, à 28 degrés; mais il n'y eut pas d'inflammation, ce qui semble pouvoir être attribué à ce que les futailles avaient été trop bien fermées, ce qui n'avait pas permis un libre accès à l'air.

En effet, une nouvelle opération tout-à-fait semblable à la première, si ce n'est que l'air se renouvelait plus facilement dans les futailles, fut suivie de l'inflam-

mation du charbon distillé. Voici la marche de l'échauffement dans chacune des futailles. La température de l'atelier était de 11 degrés, et l'humidité de 96 degrés de Saussure.

TEMPS.	TEMPÉRATURE DU CHARBON fortement distillé.	TEMPÉRATURE DU CHARBON fait dans des chaudières ouvertes.
31 mars, à 7 heures du soir, 2 h. après la trituration.	40 degrés.	30 degrés
1er avril, à 6 h. du matin.	70	40
à midi.........	75	47
à 4 h. un quart..	Inflammation.	47

L'échauffement, d'abord très-lent, devint très-rapide depuis midi jusqu'au moment de l'inflammation, pour le charbon distillé. Vers quatre heures on aperçut une fumée qui se dégageait du centre de la tonne, mais surtout de l'enfoncement laissé libre par le thermomètre, qu'on avait retiré à midi. Elle augmenta d'intensité jusqu'au moment de l'inflammation, qui se manifesta dans l'enfoncement, à 5 centimètres au-dessous de la surface du charbon ; de là, l'inflammation se propagea avec vivacité jusqu'à 10 centimètres des douves, où la température était de 43 degrés. En inclinant la futaille, il en tomba une couche de charbon de 15 à 20 centimètres d'épaisseur, de laquelle s'élançaient de longs jets de feu, et le reste du charbon ne présenta plus d'apparence d'incandescence. Après l'avoir remué, on pouvait y tenir la main ; mais, à six heures, la température était déjà très-élevée, et le lendemain, à huit heures du

matin, on trouva le charbon embrasé, quoique la nuit eût été très-froide.

Le charbon fait dans des chaudières ne s'enflamma pas; sa température ne s'éleva pas au-delà de 47 deg.

Pendant la trituration du charbon, l'air des tonnes n'éprouva pas d'altération; il ne précipitait pas l'eau de chaux, et ne contenait pas, par conséquent, d'acide carbonique. Cent parties d'air, dans lesquelles on tint un bâton de phosphore pendant trois jours, laissèrent un résidu moyen de 81,3; résultat qui diffère peu de celui qu'on obtient avec l'air atmosphérique.

Un échantillon de 25 grammes de chacun des charbons pulvérisés fut mis, en sortant des tonnes, dans une capsule, sous une cloche pleine d'air et reposant sur l'eau. Dans l'espace de trois jours, le charbon distillé avait diminué le volume de l'air de 146 centimètres cubes, et avait reçu une augmentation de poids de 1 gramme et demi; le charbon des chaudières avait absorbé 125 centimètres cubes d'air, et avait augmenté de 1,3 grammes. La température de l'air, à la fin de l'expérience, était de 7 degrés.

Ayant ainsi reconnu que le mode de carbonisation avait une grande influence sur l'inflammation spontanée du charbon, on mit en expérience du charbon distillé noir et du charbon distillé roux, en conservant les mêmes circonstances de préparation que dans les expériences précédentes. Les deux futailles contenant le charbon restèrent découvertes; l'inflammation se manifesta dans chacune d'elles presque en même temps, à peu près vingt-six heures après la pulvérisation (avant l'inflammation le thermomètre avait marqué 120). Le feu

parut d'abord, comme précédemment, dans le trou fait par le thermomètre.

Une nouvelle expérience, avec des charbons semblables et parfaitement préparés, ne fut pas suivie d'inflammation; la température des charbons ne dépassa pas 50 degrés, mais il s'était écoulé vingt-quatre heures de plus entre la confection et la trituration de la moitié des charbons : aussi leur pouvoir absorbant sous des cloches remplies d'air s'est-il trouvé bien moindre qu'à l'ordinaire.

La masse des charbons a aussi une très-grande influence sur leur inflammation. Le charbon des chaudières qui, sous un poids de 42 kil., ne s'était échauffé que jusqu'à 47 degrés, s'enflamma en masse double, vingt-deux heures après la pulvérisation. Une heure et demie avant l'inflammation, le thermomètre s'était élevé jusqu'à 170 degrés; la température du charbon, prise par un trou latéral, à 15 centimètres du fond de la futaille, fut trouvée de 37 degrés, à peu près la même qu'au sortir des tonnes de trituration; la température, observée par un trou percé à la moitié de la hauteur du charbon, était de 55 degrés. L'augmentation de poids éprouvée par les 84 kil. de charbon, depuis le moment de sa mise dans la futaille, jusqu'à celui de son inflammation, ne fut que de 280 grammes; mais il est à remarquer qu'il n'y a qu'une petite quantité de charbon, le centre de la couche supérieure, qui ait participé à l'inflammation. Une capsule remplie d'eau de chaux, placée sur le charbon, près des parois de la futaille, n'indiqua pas la formation d'acide carbonique avant l'inflammation.

L'absorption de l'air par le charbon paraissant être la véritable cause de l'échauffement du charbon, et, par suite, de son inflammation spontanée, on voulut mettre ce fait hors de doute. A cet effet, on prit deux quantités égales de charbon fortement distillé, chacune de 45 kil.; l'une fut mise dans une futaille sans couvercle, et l'autre dans une futaille fermée par deux doubles de toile pressés par un couvercle en bois chargé de poids. Le charbon, découvert, s'enflamma en dix-huit heures, tandis que la température de l'autre ne s'éleva que de 8 degrés au-dessus de celle qu'il avait au moment où il avait été mis en futaille; 25 grammes de charbon pris dans les tonnes de trituration, à la fin d'une opération, absorbèrent 129 centimètres cubes d'air en neuf jours, et augmentèrent de 1,50 grammes. Les $\frac{7}{8}$ de cette augmentation doivent être attribués à l'eau; car les 129 centimètres d'air ne pèsent qu'environ 2 décigrammes. L'air restant dans la cloche sous laquelle avait été placé le charbon n'avait éprouvé aucune altération.

Comme on avait déjà remarqué que le charbon ne s'enflammait pas, si on laissait écouler trop de temps entre la carbonisation et la trituration, on prépara 91 kil. de charbon fortement distillé, on le laissa séjourner cinq à six jours dans des futailles avant de le triturer, et, immédiatement après la trituration, on le divisa en trois parties de 45, 31, et 15 kilogrammes, que l'on mit dans des futailles proportionnées. Aucun de ces charbons ne s'enflamma; la température de la plus grande masse ne s'éleva qu'à 55 degrés, et celle des deux autres qu'à environ 40 (la température initiale du char-

bon était de 33 degrés). Une masse de 30 kil. de charbon distillé, trituré environ vingt-quatre heures après la carbonisation, s'enflamma au bout de douze heures, dans une grande futaille où elle avait été mise sans aucune appréhension d'inflammation, vu la faiblesse de cette masse.

D'après ces résultats, il parut intéressant de mieux constater que des charbons s'enflammaient d'autant plus promptement qu'ils étaient plus récens, et de voir quelle était la quantité *minimum* de charbon nécessaire pour déterminer l'inflammation.

90 kil. de charbon, triturés de vingt-quatre à trente heures après la distillation, furent partagés en trois masses de 45, 30, et 15 kilogrammes. L'inflammation se manifesta dans la première, neuf heures après la trituration, et dans la seconde, dix heures et demie; la troisième ne s'enflamma point; sa température s'éleva seulement à 52 degrés. Il faut par conséquent une masse de plus de 15 kil. de charbon pour que l'inflammat ion se produise spontanément.

Dans une autre expérience, dans laquelle 60 kil. de charbon distillé avaient été déposés dans une tonne, quinze heures après la distillation, l'inflammation eut lieu au bout de dix heures. C'est à la profondeur de 15 à 16 centimètres au-dessous de la surface du charbon, que la température s'est trouvée la plus élevée.

Le charbon non pulvérisé possède encore un pouvoir absorbant, long-temps après sa confection. Un kilog. de charbon distillé, placé dans un boisseau, vingt-quatre heures après sa confection, augmenta en huit jours de 67 grammes; le charbon fait dans des chaudières aug-

menta seulement de 45 grammes. Ces charbons, exposés au soleil depuis onze heures jusqu'à quatre, à l'abri du vent, diminuèrent de poids ; le premier de 33 grammes, le second de 25. Triturés cinq ou six jours après la carbonisation, ils ne s'enflammèrent pas, quoiqu'en grande masse : il est à remarquer qu'après avoir satisfait leur pouvoir absorbant avant la pulvérisation, celle-ci les a disposés à absorber encore plus que leur volume d'air atmosphérique.

Le soufre ajouté au charbon en diminue beaucoup la propriété absorbante. Du charbon distillé, trituré dix heures après sa confection avec du soufre en poudre, dans la proportion de 12.5 à 10 kil., ne présenta pas d'inflammation, quoique formant une masse de 66 kil. La température du mélange ne s'éleva que de 34 degrés au-dessus de celle de l'atelier, et l'augmentation de poids ne fut que de 200 grammes. La matière n'est pas aussi fluide que le charbon seul ; et, à poids égal, elle occupe un plus grand volume.

Le salpêtre jouit, à l'égard du charbon, de la même propriété que le soufre. Une tonne remplie de 78 kil. de salpêtre et de 25 kil. de charbon récemment distillé, bien loin de s'enflammer spontanément, ne s'échauffa que de 23° au-dessus de la température de l'atelier. En faisant par conséquent, dans les poudreries, des triturations binaires du charbon avec le soufre, et surtout avec le salpêtre, on n'a pas à craindre d'inflammation spontanée.

Dans toutes les expériences dont on vient de rendre compte, on a tenu note exacte de l'état du baromètre, de l'hygromètre et du thermomètre ; mais on a cru

pouvoir se dispenser, dans cet extrait, de rapporter les observations qu'on avait faites, parce que les variations météorologiques n'ont paru avoir aucune influence sensible sur l'inflammation spontanée du charbon.

Résumé.

Le charbon, trituré dans des tonnes avec des gobilles de bronze, parvient à un état de division extrême ; il a alors l'apparence d'un liquide onctueux, et occupe un espace trois fois plus petit qu'en bâtons de 15 à 16 centimètres de longueur.

Dans cet état de division, il absorbe l'air beaucoup plus promptement que lorsqu'il est en bâtons ; l'absorption est cependant encore assez lente, et demande plusieurs jours pour se terminer ; elle est accompagnée d'un dégagement de chaleur que l'on doit regarder comme la véritable cause de l'inflammation spontanée du charbon, et qui s'élève à 170 ou 180 degrés.

L'inflammation se détermine vers le centre de la masse, à 12 ou 15 centimètres au-dessous de sa surface ; la température est constamment plus élevée en cet endroit que partout ailleurs.

Il doit s'établir par conséquent, vers les bords de la masse, un courant d'air descendant, qui s'infléchit vers le centre, et devient vertical, sans pénétrer vers les parties inférieures de la masse, où la température s'élève très-peu. C'est pour cette cause qu'une portion seulement du charbon prend part au phénomène ; le reste sert de corps isolant, et conserve la chaleur au centre.

Les variations du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre n'ont paru avoir aucune influence sensible

sur l'inflammation spontanée du charbon : si cette influence existe, les expériences n'ont pas été assez multipliées pour la faire apercevoir.

Le charbon noir, fortement distillé, s'échauffe et s'enflamme plus facilement que le charbon roux ou peu distillé, et que le charbon fait dans des chaudières.

Le charbon noir distillé, le plus inflammable des trois, doit être en masse de 30 kil. au moins pour que l'inflammation se détermine spontanément ; pour des charbons moins inflammables, l'inflammation n'a lieu qu'avec des masses plus considérables.

En général, l'inflammation est d'autant plus sûre et plus prompte, qu'il s'écoule moins de temps entre la carbonisation et la trituration.

Non-seulement l'air est indispensable pour l'inflammation spontanée du charbon, mais il faut encore qu'il ait un libre accès à sa surface.

Le poids dont augmente le charbon jusqu'au moment de son inflammation, n'est pas dû uniquement à la fixation de l'air ; il est aussi dû en partie à l'absorption de l'eau.

Pendant la trituration, l'air n'éprouve aucune altération de la part du charbon ; il n'en éprouve pas non plus jusqu'au moment de l'inflammation.

Le soufre et le salpêtre, ajoutés au charbon, lui ôtent la propriété de s'enflammer spontanément ; cependant il y a encore absorption d'air et échauffement ; et, bien que l'élévation de la température ne soit pas très-grande, il sera prudent de ne pas laisser ces mélanges en trop grandes masses après la trituration.

(*Mémorial de l'artillerie*, N° [illegible], p. 581.)

SUR *la Fabrication du verre d'optique.*

Par M. FARADAY, de la Société roy., etc.

(Traduit de l'anglais.)

INTRODUCTION.

QUELQUE parfaite que soit la fabrication du verre pour les usages ordinaires, et quelque vaste que soit l'échelle sur laquelle s'étend sa production, néanmoins il y a peu de substance artificielle dans laquelle il soit aussi difficile de réunir ce qui est exigé pour satisfaire les besoins de la science. L'égalité de sa transparence, sa dureté, sa nature inaltérable, et son pouvoir varié de réfraction et de dispersion, rendent le verre un agent de la plus haute importance dans les mains du philosophe occupé à rechercher la nature et les propriétés de la lumière; mais lorsque dans la construction d'instrumens parfaits, surtout des lunettes achromatiques, le savant désire employer cette matière, conformément aux lois qu'il a découvertes, il la trouve sujette à certaines imperfections qui ne font point partie de son essence, mais qui presque toujours se développent pendant sa préparation, et sont funestes à son usage. Ces défauts sont tellement majeurs et si difficiles à éviter, que la science est fréquemment arrêtée par eux dans sa marche. Une seule remarque prouve grandement ce fait : c'est que, pendant ces cinq dernières années, Dollond, l'un de nos premiers opticiens, n'a pas été capable d'obtenir un disque en flint-glass de 4 pouces et demi de diamètre, propre à une

lunette ; ni un semblable disque de 5 pouces de diamètre, pendant les dix années qui viennent de s'écouler.

Le monde savant n'ignore pas que ces difficultés ont engagé quelques personnes à se livrer avec ardeur, pendant plusieurs années de suite, à un travail pénible, dans l'espérance d'en triompher. Guinand était du nombre de ces personnes ; ses moyens étaient bornés, mais il n'en mérite que plus d'honneur pour sa persévérance et son succès.

Il commença ses recherches vers l'année 1784, et mourut en 1823, au milieu de ses investigations.

Fraunhofer s'occupa laborieusement de la solution du même problème pratique ; savant profond, il possédait tous les avantages résultant de vastes moyens et d'une instruction étendue, qu'il trouvait non-seulement en lui-même, mais encore en autrui. A la verrerie, à l'atelier, dans son cabinet d'études, il poursuivit sans relâche le grand objet qu'il avait en vue, jusqu'à ce que la mort vînt aussi l'enlever à la science. Ces deux hommes, d'après les meilleurs témoignages, ont produit et laissé quelques grandes pièces de verre parfait ; mais, soit que leur science, tout-à-fait pratique et personnelle, résultat d'une expérience de détail, ne fût pas de nature à être communiquée, soit qu'elle se trouvât liée à d'autres circonstances, il est certain que le public ne possède aucune instruction relative au moyen de faire un verre homogène propre aux instrumens d'optique, plus étendue que les méthodes connues avant eux ; et, dans ce pays-ci, on doute qu'ils aient jamais découvert des règles sûres et infaillibles de fabrication, et qu'ils aient laissé après eux, sur ce sujet, un procédé satisfaisant.

Ces besoins de la science, que je viens de rapporter, engagèrent, en 1824, le président et le conseil de la Société royale, à nommer une commission pour le perfectionnement des verres d'optique, composée de membres de la Société royale et du Bureau des longitudes. Le gouvernement, à qui l'on s'adressa, non-seulement écarta les restrictions qu'apportaient à des expériences sur le verre les lois et les réglemens de l'accise, mais s'engagea à supporter tous les frais de fourneaux, de matériaux et de manipulation, tant que les investigations offriraient un espoir raisonnable de succès. En conséquence de ces facilités, un petit four à verre fut construit en 1825, et l'on fit beaucoup d'expériences en grand et en petit sur du flint et sur d'autres verres. Pendant leur durée, MM. Green et Pellatt donnèrent toute l'aide et toutes les instructions qui étaient en leur pouvoir, et prouvèrent qu'ils désiraient ardemment le succès de l'entreprise.

Les recherches cependant démontrèrent bientôt que c'était un travail pénible qui, pour réussir, demandait à être continué sans relâche pendant long-temps; et, le 5 mai, on choisit, dans la commission, trois membres auxquels furent confiées la surveillance directe et l'exécution des expériences. Ce comité, composé de MM. Herschel, Dollond et moi, se trouva, en mars 1829, réduit à deux membres, par l'absence de M. Herschel qui, à cette époque, passa sur le continent. D'après les recherches spéciales des trois personnes composant le comité, on peut facilement inférer que, quoique toutes dussent faire ce qui dépendait d'elles pour le bien général de l'affaire qui avait motivé leur

réunion, néanmoins il existait une distinction dans les devoirs de chacune d'elles.

Mes investigations particulières portaient sur la partie chimique.

M. Dollond était chargé de travailler, d'essayer le verre et d'en vérifier par la pratique les bonnes et mauvaises qualités. La tâche de M. Herschel consistait à en examiner les propriétés physiques, à en raisonner l'influence et l'utilité, et son esprit compétent devait embrasser l'ensemble des recherches.

La verrerie expérimentale fut élevée sur la propriété de MM. Green et Pellatt, à la verrerie du Faucon; et cependant mes devoirs de directeur du laboratoire de l'Institution royale requéraient presque continuellement ma présence dans cet établissement, distant du premier d'environ trois milles. Comme, dans ces circonstances, je trouvai impossible de faire les expériences nombreuses, et d'y donner cette attention soutenue qui paraissait essentiellement nécessaire au succès, le président et le conseil de la Société royale s'adressèrent aux président et administrateurs de l'Institution royale, pour obtenir l'autorisation d'élever sur leur terrain un laboratoire et un fourneau destinés à la continuation de mes recherches. Ils furent guidés dans cette démarche par le désir que l'Institution royale a toujours manifesté de contribuer aux progrès de la science; et la promptitude avec laquelle leur demande fut accordée prouva que l'opinion conçue à ce sujet n'était point erronée. Comme membre de ces deux corps, j'éprouvai beaucoup d'anxiété pour le succès de nos recherches. Un local et des fourneaux furent construits à l'Institution royale en septembre 1827, et

on y attacha un aide, le sergent Anderson, de l'artillerie royale; son assiduité et son intelligence m'ont été de la plus grande utilité dans les expériences continuées sans interruption depuis cette époque jusqu'à présent. Nous dirigeâmes d'abord nos recherches vers le flint et le crown-glass; mais, en septembre 1828, elles eurent exclusivement pour but la préparation et la perfection d'une qualité particulière de verre pesant et fusible; et depuis lors nous avons fait des progrès continuels.

J'ai cru convenable d'expliquer en peu de mots de quelle manière il m'arrivait d'avoir à rendre compte, en cette occasion, de ce qu'a fait pour le perfectionnement des verres d'optique la commission de la Société royale, dont les travaux ont eu lieu à l'Institution royale.

J'aurais voulu différer ce rapport jusqu'à ce que les recherches eussent été plus complètes; car, quoiqu'on ait fait du verre et fabriqué des télescopes, néanmoins je ne mets pas en doute la possibilité de grandes améliorations.

On pourrait dire qu'il s'est écoulé beaucoup de temps depuis les premiers essais, et que si quelque perfectionnement pouvait être effectué, il aurait dû l'être dans un aussi long intervalle. Mais il faut se rappeler que ce n'est point une simple analyse, ni même le développement d'un raisonnement philosophique qu'on exige ici; mais la solution de difficultés qui, pour Guinand et Fraunhofer, demanda plusieurs années d'une vie pratique pour être trouvée, si elle le fût jamais. C'est le fondement et le développement d'un procédé de fabrication, non-seulement en principe, mais qui puisse surmonter toutes les difficultés de la pratique et donner

un succès constant ; il peut donc m'être permis d'alléguer la difficulté reconnue et l'importance de la chose comme un double motif pour n'avoir point atteint la perfection et pour la poursuivre encore.

Cependant mon désir de différer le rapport de nos recherches jusqu'à ce que j'aie pu pousser plus loin mes expériences, cède à la conviction qu'il faudra un laps de temps encore bien plus considérable que celui qui est déjà écoulé, avant que je considère les investigations comme terminées ; il cède à la considération qu'un progrès prononcé a été fait dans la fabrication des verres d'optique ; il cède enfin au sentiment que la Société royale qui a provoqué les expériences, et que le gouvernement qui en a payé les dépenses, ont droit à un compte officiel de la situation actuelle des recherches.

Quoique nous ayons obtenu beaucoup de renseignemens utiles concernant le flint et d'autres verres, néanmoins, comme cette série d'expériences est très-imparfaite, incertaine, et sera probablement reprise, je bornerai entièrement mon présent Rapport à ce verre d'optique pesant dont j'ai déjà parlé. Il me sera impossible de décrire tout ce qui a été fait à ce sujet ; mais je m'efforcerai de donner, sur ce verre et sur le procédé à l'aide duquel on l'obtient homogène, des détails tels que toute autre personne sera capable de répéter ce qui a été fait à l'Institution royale, sans être obligé de passer par ces recherches préliminaires et pénibles que nous avons eu à entreprendre. Je ne rapporterai, de nos derniers essais et des principes du procédé, que ce qui sera nécessaire pour rendre les descriptions intelligibles à un homme du métier, et pour le mettre à même

d'éviter des obstacles, qui autrement pourraient l'empêcher de réussir. Que ce Mémoire puisse paraître long et ennuyeux, je le crains; mais il faut se rappeler qu'il ne peut avoir d'autre utilité que celle de renfermer des instructions efficaces pour le petit nombre de ceux qui peuvent désirer fabriquer des verres d'optique. Présenter d'une manière imparfaite tout ce qui peut faire atteindre ce but, par l'unique désir de revêtir cette notice d'une forme plus abrégée et plus à la portée du public, n'aurait pas été répondre à l'objet et aux motifs de ceux qui ont fait faire et qui ont payé les expériences.

§ 1er. *Procédé de fabrication, etc.*

(1) On obtient facilement ces propriétés générales de transparence et de dureté, et ce degré de pouvoir réfringent et dispersif qui font du verre un agent si précieux pour l'optique; mais il n'est pas aussi aisé de remplir une autre condition, essentielle dans toutes les circonstances délicates de son application; c'est celle d'une composition et d'une structure parfaitement homogène. Quoique chaque partie du verre puisse isolément être aussi bonne que possible, néanmoins, sans cette condition, leur action réunie n'offre point d'uniformité; les rayons lumineux sont détournés de la direction qu'ils devraient suivre, et la pièce de verre devient inutile. Les filandres, les stries, les veines, que l'on aperçoit dans un verre, du reste parfaitement bon, résultent de l'absence de cette qualité; elles ne sont visibles que parce qu'elles écartent de leur route rectiligne les rayons lumineux qui les traversent, et qu'elles

sont formées d'un verre qui a un pouvoir de réfraction différent de celui des parties voisines.

(2) Quand ces irrégularités sont assez sensibles pour être discernées à l'œil nu, on conçoit facilement combien elles doivent rendre défectueuse la construction des télescopes et des autres instrumens de même espèce, où ces défauts sont non-seulement grossis prodigieusement, mais où leur effet est d'exagérer l'image erronée de l'objet qu'on regarde, quand le juste point qu'on doit atteindre est d'examiner cet objet avec la plus grande exactitude; on trouve en conséquence que ces stries sont les défauts les plus nuisibles du verre que l'on destine à des instrumens d'optique. En outre, non-seulement elles sont funestes en elles-mêmes, mais il y a tout lieu de croire qu'elles se présentent rarement dans le verre, autrement qu'homogènes dans une certaine étendue. Quelquefois, il est vrai, un grain de sable, en traversant le verre et s'y dissolvant, formera un fil de composition différente du reste de la substance; d'autres fois une bulle ascendante peut transporter un filet de matière plus pesante ou plus réfringente dans une partie supérieure plus légère et moins capable de réfraction. Mais très-souvent, et surtout comme le verre est ordinairement fabriqué, les stries sont simplement les lignes ou les plans suivant lesquels deux espèces de verre différentes se touchent; et même si les stries pouvaient être dissimulées de manière à ne pas produire de mauvais effet, néanmoins les autres parties, n'étant pas entièrement semblables, exerceraient une action inégale sur la lumière; et la pièce serait par conséquent impropre à la construction d'un télescope.

Beaucoup de disques, examinés avec le plus grand soin, paraîtront tout-à-fait exempts de stries et entièrement uniformes; une fois travaillés en objectifs, on les trouve incapables de donner une bonne image, à cause des irrégularités existant dans la masse; quoique ces inégalités ne soient pas assez brusques ni assez prononcées pour occasioner des fils, elles produisent encore un effet confus. Si cela arrive avec les verres qui approchent tant de la perfection, ce défaut est encore bien plus fréquent et bien plus considérable avec ceux qui contiennent des irrégularités frappantes.

(3) Il ne faut pas s'imaginer que les stries ou ces différences plus faibles soient, suivant une expression quelquefois employée, dues à l'impureté. Le verre de la partie striée, ou des parties voisines, serait également propre à des objets d'optique, s'il était partout semblable.

C'est l'irrégularité qui constitue le défaut; de là, sous ce rapport, le peu d'importance d'une composition particulière. Comme le verre est toujours le résultat d'un mélange de matières ayant des pouvoirs de réfraction et dispersion différens, il est évident que les stries doivent exister à une certaine époque pendant la préparation: le point exigé n'est pas tant de chercher une différence de composition, ou ces proportions dont l'analyse découvre l'existence dans des échantillons de verre essayé et reconnu bon, que d'inventer et de perfectionner un procédé dans lequel la cause des stries soit anéantie avant l'affinage du verre et la formation de nouvelles stries prévenue.

(4) Le verre a encore d'autres défauts. On dit quel-

quefois qu'il est *ondé*, quand dans la masse il y a apparence d'ondes; mais ce n'est qu'une variété de cette irrégularité que je viens d'expliquer comme constituant, quand elle est plus considérable, les filandres et les stries. On y remarque accidentellement de certaines apparences qui semblent indiquer une structure ou cristallisation particulière, ou bien encore une tension irrégulière des parties; il y a tout lieu de croire qu'on peut éviter ces imperfections en recuisant avec soin. En outre, le verre renferme quelquefois des bulles qui, lorsqu'elles sont petites et nombreuses, le rendent ce qu'on appelle *grénu*. Les bulles ne sont pas regardées comme en altérant beaucoup la perfection; elles nuisent à son coup-d'œil extérieur plutôt qu'elles ne sont gênantes quand on regarde au travers. Chaque bulle agit comme une lentille bi-convexe très-puissante, mais très-petite, d'une substance rare dans un milieu très-dense; ou comme se comporteraient à l'air des lentilles bi-concaves en verre de même épaisseur. Elles brisent donc brusquement les rayons qui frappent sur elles d'un côté, et occasionent une perte de lumière, juste comme le feraient autant de taches.

Mais, quelque nombreuses qu'elles soient, comme leur superficie réunie ne peut jamais former qu'une très-petite partie de la surface de la pièce de verre nécessaire à un télescope, cette perte de lumière n'est ordinairement que de peu d'importance. Dans la pratique, on ne leur reproche point d'autre inconvénient que cette perte de lumière.

(5) De tous ces défauts, celui de l'irrégularité constituant les fils, les stries et les ondes, est le plus nuisible

et le plus difficile à éviter. Ce qu'on exige, ce n'est point une simple amélioration à ce qu'on fait ordinairement sous ce rapport, mais une perfection absolue, une homogénéité égale à celle de l'eau pure.

Dans les deux espèces de verre nécessaires pour rendre un télescope achromatique, le *crown-glass* et le *flint-glass*, c'est le dernier dont la perfection est le plus difficile à obtenir. C'est vers lui par conséquent que doit se diriger principalement l'attention. On en saisira la raison, si l'on examine la composition générale des deux verres. Avec de l'attention dans la composition, on est maître de la différence qu'ils doivent offrir en pouvoir réfringent et dispersif. On s'est également assuré que le *crown* et le *plate-glass* répondent parfaitement bien à l'une des conditions nécessaires, et le *flint-glass* à l'autre. Le *crown-glass* se compose de silice, de chaux, d'oxide de fer, quelquefois d'un peu d'alcali et de petites quantités d'autres matières.

Ces substances ne diffèrent pas beaucoup en force de réfraction; et, quand elles sont fondues, elles ne produisent pas de très-gros fils, quoique même diverses parties du verre puissent un peu varier dans leur composition.

Le verre n'est pas non plus un agent très-puissant de fusion sur le creuset où il est liquéfié; si bien que, quoiqu'il soit en contact avec lui, pendant plusieurs heures dans un état fluide et brûlant, il n'en dissout qu'une très-faible partie; et ce qu'il en dissout ayant un pouvoir réfractif peu différent de celui du verre, il y a proportionnellement moins de mal. Enfin, la pesanteur spécifique des différentes matières employées ne varie

pas beaucoup, de sorte que les causes de mélange qui affectent le contenu du pot, telles que l'ascension des bulles, les courans montans et descendans dus à la différence de température, se déploient avec une grande énergie; et toute la masse s'approche plus près de l'uniformité dans un temps donné, ou l'acquiert plus tôt que cela n'aurait lieu, s'il existait de plus grandes différences.

(6) Avec le *plate-glass*, les mêmes circonstances se présentent presque à un égal degré. La substance est composée essentiellement de silice et d'alcali; d'autres élémens n'y existant qu'en petites quantités.

Son action sur le creuset est plus grande que celle du *crown-glass*, mais il se trouve une seconde fois exposé à la chaleur dans des circonstances calculées de manière à donner une température très-uniforme au contenu de tout un pot, et il reçoit sa forme définitive de la manière la moins capable, en apparence, d'occasioner le mélange des diverses parties.

(7) Avec le *flint-glass*, plusieurs circonstances sont entièrement différentes. L'oxide de plomb entre dans la composition en quantité égale au tiers de son poids, ou même plus considérable, et par sa présence donne cette proportion de pouvoir réfringent et dispersif qui rend ce verre précieux, lorsqu'il est réuni au *crown* ou au *plate-glass*; ceci est une conséquence de sa puissante action sur la lumière; et sa grande pesanteur spécifique augmente aussi beaucoup le poids du verre. Il lui confère également une troisième propriété dont il est doué; c'est son grand pouvoir dissolvant ou de fusion. Malheureusement ces trois propriétés contribuent beaucoup à la formation des stries. Si la moindre différence en

composition existe entre deux parties, on l'aperçoit à cause de la grande disproportion qui existe entre les qualités de l'oxide de plomb et des autres ingrédiens; et la variation qui dans le *crown* ou le *plate-glass* n'offrirait pas un effet sensible à l'œil nu, formera dans le cristal des stries considérables. Aussi le mélange doit-il être dans ce verre beaucoup plus parfait que dans les autres; et par malheur tout tend à s'y opposer. L'oxide de plomb est une matière si pesante et en même temps si fusible, qu'elle se liquéfie et tombe au fond, laissant les matières plus légères s'accumuler dans la partie supérieure; et les moyens de mélange sont tellement imparfaits, dans des circonstances ordinaires, que l'on retire, du fond et du haut du même creuset, du verre de pesanteurs spécifiques très-différentes.

Les nombres ci-dessous appartiennent à des échantillons de cette espèce, obtenus dans des pots, contenant du verre de six pouces seulement de profondeur, composé des matières ordinaires, et exposé à une température élevée pendant 24 heures.

Partie supérieure 3.38 - 3.30 - 3.28 - 3.21 - 3.15 - 3.73 - 3.85 - 3.81 - 3.31 - 3.30.

Partie inférieure 4.04 - 3.77 - 3.85 - 3.52 - 3.80 - 4.63 - 4.74 - 4.75 - 3.99 - 3.74.

Ces différences sont grandes et choisies pour exemples; mais, d'après les apparences, il y a peu de raison de douter que le même état de choses, sans être à la vérité au même degré, ne se rencontre pas dans tous les pots de *flint-glass* fabriqué de la manière ordinaire.

(8) Plusieurs échantillons que nous avons brisés dans le sens vertical nous ont offert un autre exemple

remarquable qui montre combien l'oxide de plomb prédomine au fond du creuset; ils ont été attaqués et ternis par des vapeurs sulfureuses, mais le manque de transparence n'existe que dans la partie inférieure où le plomb est abondant; il y est très-sensible, tandis que dans la partie supérieure il n'y a point du tout d'apparence de graisse.

(9) Tandis que le creuset est dans l'état que je viens de décrire, il est clair que toutes ces circonstances, comme les courans, les bouillons, etc., qui tendent à mêler le verre, forment des stries abondantes et de très-gros fils; elles doivent nuire, à moins que leur activité ne cesse que lorsque le mélange est presque achevé; état rarement atteint, s'il l'est jamais, dans le pot à *flint-glass* ordinaire.

Mais lors même que cela pourrait être, il subsiste une cause constante de détériorations résultant de la qualité fortement fusible et dissolvante communiquée au verre par l'oxide de plomb. Sous ce rapport, le *flint-glass* l'emporte de beaucoup sur le *crown* et sur le *plate-glass*; et il est aussi plus fluide à un moment de sa préparation; il exerce donc continuellement sur le creuset une puissance de dissolution très-énergique, source de cette même irrégularité dans la composition qui produit les stries; tandis que la légèreté comparative de la matière dissoute sur les côtés et au fond du vase, et les courans qui s'élèvent vers les parties les plus chaudes du creuset, mêlent constamment à la masse générale cette partie, source de détérioration.

(10) Les difficultés qui existent donc dans la fabrication du *flint-glass*, propre à des usages d'optique, paru-

rent à la commission dont aucun membre cependant n'était fabricant de verre, augmenter à mesure que les recherches se faisaient sur une plus petite échelle; l'énorme dépense de vastes essais, le temps exigé pour chacun d'eux, le nombre nécessaire pour donner l'expérience moyenne des hommes du métier à la personne qui s'était chargée de cette partie du travail; et enfin l'inutilité du verre produit pour tout autre but que celui vers lequel on tendait, forcèrent notre comité à examiner la possibilité de faire des verres autres que ceux ordinairement employés, qui, tout en possédant la force de dispersion nécessaire pour leur faire remplacer le *flint-glass*, auraient aussi une fusibilité à permettre leur mélange intime, et à pouvoir être conservés sans altération dans des vaisseaux propres à leur donner toutes les dimensions désirées.

(11) Le borate de plomb et le borate de plomb avec silice sont les substances qui, après quelques essais, se trouvèrent offrir des espérances de succès assez motivées pour justifier une série continue d'expériences.

On pensa au platine comme au métal propre à former les vaisseaux dont on voulait faire usage. On s'assura bientôt que le borate de plomb serait promptement formé de matières sèches, et que la silice pourrait être ajoutée avec avantage au verre produit. On pouvait établir entre les trois ingrédiens une série de proportions qui permettraient de disposer de la dureté, de la couleur, de la pesanteur, du pouvoir de réfraction et de dispersion, etc., tout en conservant la qualité requise de fusibilité. On trouva aussi ultérieurement que le platine gardait parfaitement le verre; car, quoique d'abord il fût

continuellement sujet à couler, on finit par se convaincre que ni le verre, ni aucune des substances qui entraient dans sa composition, séparées ou mélangées, n'avaient sur lui la plus faible action.

Enfin, l'on trouva que différentes espèces de verre formées de ces matières avaient les propriétés physiques propres à remplacer le *flint-glass* dans la construction des télescopes, même, dans quelques cas, avec une apparence d'avantage.

Depuis ce temps les expériences ont été continuées sans relâche.

(12) La grande proportion d'oxide de plomb dans ces verres requérait essentiellement l'attention dans quelques détails très-minutieux; car autrement des stries se formaient immanquablement, et même il en résultait la destruction de l'appareil.

Pour cette raison, après un certain nombre d'essais sur la composition, on adopta invariablement certaines proportions, et l'attention fut entièrement dirigée vers la découverte et l'établissement d'un procédé qui donnât constamment de bons résultats. C'est ce procédé, aussi loin qu'il a été mis en pratique, dont je vais maintenant décrire toutes les épreuves.

(13) Le verre que j'ai principalement travaillé est un borate de plomb silicaté consistant en simples proportions de silice, d'acide boracique et d'oxide de plomb.

Les matières sont d'abord purifiées, puis mélangées, fondues, converties en verre brut qui est ensuite affiné et recuit dans une cuvette en platine.

(*La suite au Cahier prochain.*)

Analyse *des composés du chloride d'or avec le chlorure de potassium et avec le chlorure de sodium.*

Par Mr J. Berzelius.

Les analyses de ces sels doubles que l'on a faites jusqu'à ce jour, dont un est employé en pharmacie, ont donné des résultats si discordans qu'il est impossible d'en conclure quelque chose de certain. Pelletier, qui n'a pas trouvé la composition de l'iodure d'or telle qu'elle devrait se déduire du poids atomique de l'or que j'ai déterminé, a tiré de son analyse de l'iodure d'or un autre poids atomique pour ce métal. Ce travail a été suivi de deux autres sur le même sujet, l'un de Javal et l'autre de Figuier. Le premier a cherché à prouver que le poids atomique de l'or, déduit de mes recherches, s'accordait suffisamment avec son analyse de l'oxide d'or; mais, pour plus de certitude, il a déterminé la composition d'un sel double qu'il avait formé lui-même de chlorure de potassium et de chloride d'or, et il l'a trouvé formé de 24,26 de chlorure de potassium, 68,64 de chloride d'or et 7,10 d'eau; résultat qui s'accorde parfaitement avec la formule $3\,K\underline{Cl} + 2\,\underline{Au}\,\underline{Cl}^3 + 6\,\underline{\dot{H}}$, d'après laquelle le chloride d'or contient deux fois autant de chlore que le chlorure de potassium.

Figuier, qui peu de temps après a fait des recherches sur le même sujet, a découvert le sel double de chloride d'or et de chlorure de sodium, et l'a trouvé composé de 14,1 de chlorure de sodium, 69,3 de chloride d'or et 16,6 d'eau. Ce résultat confirme à peu près,

mais pas exactement, que le chloride d'or contient trois fois autant de chlore que le chlorure de sodium.

Thomson, qui, dans ces derniers temps, s'est chargé de la tâche difficile de déterminer plus exactement que les autres les poids atomiques des corps, et s'est par là attiré le blâme bien mérité que ses résultats, la plupart du temps, sont plus défectueux que ceux qu'il a cherché à corriger, s'est efforcé d'éclaircir ce sujet. Il a trouvé qu'en effet, comme le prouvent mes expériences, l'oxide d'or se compose de 1 atome d'or et de 3 d'oxigène; mais que, pour la formation du sel que nous nommons *chloride d'or*, 1 atome de cet oxide se combine avec 2 atomes d'acide hydrochlorique. Cela correspondrait (si l'on regarde le sel d'or comme un haloïde) à un sel basique composé de 2 atomes de chloride d'or et de 1 atome d'oxide d'or; et il s'ensuivrait que ce sel, décomposé par la distillation à sec, donnerait du chlore et de l'oxigène dans la proportion de 4 à 1, ce qui n'a pas lieu, comme on peut facilement le prouver.

Ensuite Thomson vient à l'analyse du sel double, analysé par Figuier, et il le trouve composé de 14,85 de chlorure de sodium, 49,51 d'or, 17,82 de chlore et 17,82 d'eau, conformément à la formule :

$$Na\,\underline{Cl} + \underline{Au}\,\underline{Cl}^2 + 8\,\dot{\underline{H}}.$$

Il a échappé entièrement à son attention, si son analyse était correcte, que, dans la préparation du sel double avec le chlorure de sodium et le corps regardé par lui comme du muriate d'or, un tiers de l'or devrait se précipiter à l'état d'oxide d'or; ce qui n'arrive pas, d'après sa propre expérience. Néanmoins Thomson tire de ses

recherches la conséquence, que j'ai tort de supposer que les hydracides décomposent les bases oxidées. Suivant lui, le muriate neutre d'or est bien plutôt une preuve décisive du contraire, puisque l'oxide, dans ce sel, contenait un tiers de plus d'oxigène que ne pouvait en prendre l'hydrogène de l'acide.

Après cet exposé des travaux qui ont été faits sur ces sels, je viens à mon analyse, que j'ai eu le plaisir de faire en commun avec Mr W. Johnston, élève de Thomson.

Chlorure d'or et de potassium. Ce sel cristallise tantôt en prismes très-striés, coupés droit à l'extrémité, tantôt en tables hexagonales qui ressemblent parfaitement, pour la forme, à celles du sel marin hydraté. Leur couleur est jaune-orange. Ils s'effleurissent très-promptement à l'air sec. Les plus gros perdent leur éclat, deviennent d'un jaune citron, et tombent en farine au plus léger mouvement. Les plus déliés conservent leur aspect, mais ils tombent en poudre lorsqu'on les touche. A 100° c., ils perdent toute l'eau qui leur est combinée chimiquement, sans qu'il se dégage en même temps du chlore. Le sel, effleuri, fond à la chaleur et donne du chlore; il ne se sépare cependant pas d'or métallique. Mais la masse reste liquide et forme un sel double, $K\underline{Cl}+\underline{Au}\,\underline{Cl}$, qui, à l'état de fusion, est noir par réflexion, mais transparent et d'un brun foncé par transmission à travers les bords minces. L'eau décompose le chlorure double en chloride, sépare une portion du chlorure de potassium, et laisse de l'or métallique. L'acide muriatique ne peut aussi dissoudre le double chlorure sans le décomposer.

2 grammes de chlorure d'or et de potassium en gros cristaux réguliers ont perdu, en les laissant effleurir à 100° c., 0,2125 gram. d'eau. Le sel effleuri, a été réduit à une douce chaleur par l'hydrogène, et a laissé un résidu de 1g,2865. La perte de poids 0g,501 est due au chlore qui avait été combiné avec l'or. L'eau a enlevé au résidu 0g,3505 de chlorure de potassium, et a laissé 0g,936 d'or. Ces poids s'accordent avec la formule $K\underline{Cl} + \underline{Au}\underline{Cl}^3 + 5\underline{\dot{H}}$, comme l'apprend la comparaison suivante entre les résultats obtenus et ceux que donne le calcul :

	Trouvé.	Calculé.
Chlorure de potassium.	17,525	17,566 ;
Or.	46,800	46,827 ;
Chlore.	25,050	25,014 ;
Eau.	10,625	10,593.
	100,000	100,000.

Chlorure d'or et de sodium. Ce sel cristallise en prismes d'un rouge orangé, et ne peut abandonner son eau de cristallisation sans perdre le chlore qu'il contient.

Comme il a été analysé avec le gaz hydrogène, la perte de poids est due conséquemment tant au chlore qu'à l'eau. 100 parties du sel ont laissé 63,976, dont 14,466 étaient du chlorure de sodium et 49,51 de l'or.

Pour avoir la proportion de chlore, on a procédé de la manière suivante : 3g,026 de sel hydraté ont été mêlés avec 6 gram. de carbonate de soude effleuri (entièrement privé de chlore), et chauffés dans un creuset de platine jusqu'à ce que le sel d'or ait été décomposé. L'or réduit, séparé des sels solubles, pesait 1,4978 gramm., ou 49,497 pour cent.

La dissolution a été saturée avec l'acide nitrique et précipitée par le nitrate d'argent ; on a obtenu ainsi du chlorure d'argent qui, lavé et fondu, pesait 4g,3347, ce qui correspond à une quantité de chlore de 35,34 pour cent du poids du sel.

En calculant ce résultat, on trouve que sur cette quantité de chlore, 8,835 appartiennent aux 14,466 gram. obtenus en chlorure de sodium. Conséquemment les 26,505 grammes restant devaient être combinés avec l'or. Mais 8,835 × 3 = 26,505 ; correspondance qui, à l'égard des derniers chiffres, est plutôt l'effet du hasard que la suite d'une parfaite exactitude. Si l'on calcule la composition du sel d'après la formule :

$$Na\underline{Cl}+\underline{Au}\,\underline{Cl}^3+4\dot{\underline{H}},$$

on obtient les nombres suivans :

	Trouvé.		Calculé.	
Chlore....	8.835	14.466	....	14.68.
Sodium....	5.631			
Chlore....	26.505	76.002	26.575	76.32.
Or.......	49.497		49 745	
Eau...............		9.532	....	9.00.

Cette expérience fait donc voir que les sels doubles de chloride d'or avec le chlorure de potassium et le chlorure de sodium ont une composition analogue, comme les sels doubles qui ont été décrits par M. Bonsdorff, dans le courant de l'année dernière.

(*Annalen der Physik*, t. XVIII, p. 597.)

Lettre *de M.* Matteucci *à M.* Arago, *sur l'action de la pile.*

Monsieur,

Je me permets de vous communiquer quelques observations critiques sur l'explication pleinement chimique du développement de l'électricité voltaïque donnée par M. de La Rive.

Déjà les expériences de Pfaff, publiées dans vos *Annales* (juillet 1829), m'avaient assez persuadé que l'on pouvait, au moyen du seul contact et sans action chimique, développer de l'électricité.

Pour mieux m'en convaincre, j'ai tenté, en courant, quelques expériences sur cette électricité, en prenant la grenouille pour galvanomètre.

Je me suis pour cela assuré d'avance qu'il n'y avait aucune action chimique entre l'eau distillée et bien purgée d'air, et le zinc seul ou en contact avec le cuivre; et je n'ai pu en effet, même après un contact de plusieurs heures, découvrir, à l'aide des réactifs les plus sensibles, la présence du zinc ou du cuivre oxidé. Après cela, il serait bien faux (en voulant montrer que l'action chimique est la cause de l'électricité par contact) de conclure qu'il y a action chimique, parce qu'il y a développement d'électricité. Bien sûr ainsi qu'il n'y a pas d'action chimique entre l'eau distillée et purgée d'air, et le zinc ou le cuivre, j'ai commencé par suspendre une grenouille préparée à un crochet de zinc qui était collé au fond d'une cloche à gaz, et soudé à un fil de cuivre plus long. De cette manière, je n'avais,

pour éviter les contractions, qu'à faire toucher les muscles de la cuisse avec le fil de cuivre.

Afin d'ôter tout soupçon d'action chimique, j'ai lavé la grenouille préparée dans de l'eau distillée et purgée d'air, pour enlever tout liquide animal. Je l'ai ensuite suspendue par les nerfs au crochet de zinc, j'ai rempli la cloche d'eau distillée, et après de gaz hydrogène pur. En faisant alors toucher la cuisse au fil de cuivre, j'ai observé les mêmes contractions que si l'on avait opéré dans de l'air pur. J'ai tenté ces expériences dans le vide, dans l'oxide de carbone, dans l'acide carbonique, dans l'oxigène, soit humides, soit desséchés, et j'ai toujours observé les mêmes contractions dans la grenouille.

Je suis, d'après cela, conduit à croire que le contact seul des métaux différens peut développer de l'électricité.

Je trouve, en outre, une objection à la théorie de M. de La Rive, dans la charge limitée que la force électromotrice peut développer et retenir libre.

Cependant l'action chimique ne cesse pas d'exercer une influence marquée sur le développement de cette force, comme la chaleur dans les phénomènes thermo-électriques.

Agréez, Monsieur, etc.

Etat romain, Forli, 9 août 1830.

Moyen *de reconnaître la présence des chlorures dans les bromures.*

Par M. Cailliot, pharmacien.

En examinant l'action du chromate de potasse sur le bi-bromure de mercure, je n'ai pas remarqué qu'il y eût décomposition réciproque, comme cela arrive avec les autres sels mercuriels solubles : de là, cette conséquence toute naturelle que le chromate de potasse pourrait être un moyen de reconnaître dans le bi-bromure de mercure la présence du bi-chlorure de ce métal. C'est en effet ce que constate l'expérience.

On voit, par cette non-action du chromate de potasse sur le bi-bromure de mercure, combien il serait facile de démontrer, dans un bromure alcalin, l'existence d'un chlorure de même espèce, si d'abord, par un moyen quelconque, on changeait celui-ci en chlorure de mercure au *maximum*.

Soit donc du bromure de potassium mélangé d'une certaine quantité de chlorure de sodium, un sixième, par exemple; après l'avoir desséché, on le mêle avec parties égales de deuto-sulfate de mercure et de peroxide de manganèse; on réduit le tout en une poudre très-fine qu'on dépose au fond d'une petite cornue de verre au moyen d'un entonnoir de papier, puis on chauffe jusqu'à ce que la masse soit décomposée. L'opération achevée, on casse la cornue, et on promène sur la matière sublimée quelques gouttes d'une solution concentrée de chromate de potasse, qui, au bout de quelques minutes, y fait naître une multitude de petits

points rouges dus seulement à la décomposition du chlorure mercuriel par le chromate.

Ce moyen de faire passer le chlore du chlorure de sodium sur une quantité de mercure telle qu'il en résulte du bi-chlorure mercuriel, n'est pas le seul à suivre en pareil cas. On peut encore y arriver par une route toute différente que voici : On fait dissoudre dans une assez grande quantité d'eau distillée le mélange de bromure et de chlorure à analyser; on verse dans cette dissolution du proto-nitrate de mercure en dissolution très-étendue, lequel y forme un précipité blanc de proto-bromure et de proto-chlorure de mercure; on lave ce précipité par décantation, puis on le dissout dans l'eau distillée par le moyen de quelques gouttes de brome qui le fait passer à l'état de bi-bromure et de bi-chlorure de mercure. Parvenu là, on rend le bi-chlorure de mercure propre à être décomposé par le chromate de potasse, en faisant évaporer la solution à siccité.

Enfin, tout bromure que l'on aura à essayer sera réputé mélangé d'un chlorure quelconque, si, après l'avoir converti en bi-bromure de mercure, et touchant celui-ci avec une solution de chromate de potasse, il se forme du chromate rouge de mercure.

NOTE *sur la décomposition du chlorure de chrome par la chaleur.*

PAR Mr H. GAULTIER DE CLAUBRY.

UNE indication inexacte d'une expérience de Vauquelin a conduit plusieurs auteurs à signaler, comme procédé pour obtenir le chrome métallique, la calci-

nation du chlorure de ce métal dans une cornue; e récemment encore M. Berthemot, dans un Mémoire su les bromures métalliques, cite cette propriété comm importante.

En 1820, lorsque j'étais répétiteur à l'École poly technique, M. Thenard m'engagea à préparer du chrome par ce procédé pour une leçon. Je calcinai vainement à diverses reprises du chlorure de chrome obtenu en dissolvant du carbonate ou de l'acide hydraté dans l'acide hydrochlorique sans obtenir de succès. Pensant que la température d'un fourneau à réverbère ordinaire n'était pas suffisante, quoique l'on eût même dit que la décom position pouvait s'opérer dans une cornue de verre lutée; je me servis d'une très-bonne cornue de porcelaine enduite d'un lut très-maigre, et je chauffai à une excellente forge, jusqu'à ramollir la cornue : après l'avoir cassée, je trouvai au fond une assez grande quantité de chlorure vert, et sur les parois un chlorure en aiguilles d'une couleur de fleurs de pêcher, mais aucune trace de chrome métallique. Surpris de ce résultat, je priai M. Vauquelin de me donner quelques détails sur l'expérience qu'il avait faite; il m'envoya la note ci-jointe, que j'ai pensé qu'il était utile de faire connaître, pour ne pas laisser supposer une erreur dans un travail de notre célèbre analyste, et rectifier un fait qui pourrait induire en erreur. Voici la note textuellement copiée :

Procédé employé par M. Vauquelin pour obtenir le chrome à l'état métallique.

« Lorsqu'on cherche à réduire le chrome en employant l'oxide et le charbon, l'opération ne réussit

jamais bien, quel que soit le degré de chaleur auquel on soumette le mélange.

« L'acide chromique se réduit moins difficilement que l'oxide, et de 72 parties, M. Vauquelin a retiré 24 parties de chrome métallique.

« Mais le muriate de chrome est celui qui lui a le mieux réussi. Voici le procédé, tel qu'il a été pratiqué, et qui n'est détaillé ni dans les *Annales de Chimie*, ni dans le *Journal des Mines*, où se trouvent les Mémoires :

« 1°. Traiter le chromate de plomb en poudre impalpable par quatre à cinq fois son poids d'acide hydrochlorique jusqu'à complète dissolution ;

« 2°. Evaporer à siccité et reprendre le muriate de chrome par l'alcool, pour n'avoir point de chlorure de plomb ;

« 3°. L'évaporer de nouveau à une douce chaleur jusqu'à consistance sirupeuse, et en former une boulette avec suffisante quantité d'huile et un peu de charbon, si cela est nécessaire, pour en faire une pâte ;

« 4°. La mettre dans un petit creuset brasqué, renfermé lui-même dans un autre creuset rempli de poussière de charbon, et soumettre le tout à un bon feu de forge pendant environ une heure. »

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Septembre* 1830.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL a midi.	VENTS à midi.
1	764,87	+17,5	62	764,50	+19,2	55	763,23	+20,0	50	763,12	+15,7	58	+20,2	+ 8,0	Beau.	N.
2	762,06	+19,0	65	760,46	+21,5	58	758,46	+21,5	50	756,45	+15,3	66	+21,5	+ 9,8	Nuageux.	E.
3	754,52	+18,3	60	754,14	+17,7	66	753,48	+19,0	62	753,26	+12,7	74	+19,1	+12,0	Couvert.	O. S. O.
4	753,74	+15,8	72	753,27	+17,0	69	753,94	+13,3	78	754,82	+12,5	78	+18,0	+12,5	Pluie.	N. O.
5	753,86	+16,7	65	752,68	+20,1	48	751,58	+15,5	70	751,63	+12,7	87	+20,1	+ 9,4	Couvert.	S.
6	751,00	+15,2	70	750,66	+17,5	60	750,24	+17,0	64	750,06	+12,5	75	+17,5	+10,8	Très-nuageux.	S. O.
7	750,20	+15,2	72	750,16	+17,7	62	750,20	+15,0	70	752,08	+11,6	75	+17,7	+11,6	Couvert.	O S. O.
8	754,45	+13,8	74	754,33	+17,8	70	754,62	+15,1	74	756,00	+13,7	76	+17,8	+11,3	Très-nuageux.	O. N. O.
9	755,05	+15,0	73	754,24	+18,7	60	753,23	+16,7	60	752,45	+14,0	74	+18,7	+10,0	Couvert.	S. S. O.
10	750,60	+15,5	74	750,88	+15,1	74	750,60	+17,5	63	752,07	+11,8	82	+18,5	+11,8	Pluie.	S. S. O.
11	752,80	+16,5	64	752,50	+17,5	52	751,93	+16,0	55	753,00	+10,6	72	+17,5	+10,2	Nuageux.	S. O.
12	747,53	+11,0	76	745,23	+12,5	76	744,03	+16,0	70	744,30	+10,2	80	+16,0	+ 6,3	Pluie continuelle.	S. E.
13	744,64	+13,0	73	745,40	+16,7	60	746,27	+12,5	68	748,12	+ 8,7	78	+16,7	+ 8,7	Couvert.	S. O.
14	745,52	+14,0	75	744,42	+17,5	75	744,18	+15,8	74	748,12	+11,5	78	+17,5	+10,8	Pluie fine.	S. E.
15	752,82	+15,2	73	752,88	+18,5	64	752,25	+18,7	58	751,72	+14,2	73	+18,7	+ 7,5	Très-nuageux.	S. O.
16	750,67	+17,5	76	752,12	+19,7	70	750,05	+21,3	68	753,17	+15,2	80	+21,8	+14,0	Nuageux.	O.
17	749,00	+17,7	75	749,18	+20,7	75	748,83	+22,2	68	748,18	+17,0	80	+22,2	+14,7	Couvert.	S.
18	749,90	+15,4	72	750,10	+14,8	75	750,23	+14,5	72	753,20	+12,5	78	+16,0	+12,5	Pluie	S
19	759,53	+14,2	74	759,30	+18,0	62	758,27	+17,5	60	756,17	+13,1	70	+18,0	+ 9,7	Nuageux.	O. S. O.
20	750,[illegible]4	+13,2	77	750,60	+15,5	73	750,40	+17,0	68	749,63	+11,7	78	+17,0	+11,7	Pluie fine.	O. S. O.
21	742,00	+14,2	75	741,22	+14,7	70	741,07	+16,0	66	742,77	+10,2	70	+16,0	+10,0	Couvert.	S.
22	747,74	+12,5	73	748,02	+16,0	60	749,80	+17,0	56	752,82	+10,0	75	+17,0	+ 7,5	Très-nuageux	O.
23	748,06	+11,5	78	746,84	+16,4	73	747,18	+18,0	70	752,76	+11,5	80	+18,7	+ 9,2	Très-petites éclairc	S.
24	754,15	+13,2	73	752,84	+13,5	74	752,04	+15,5	70	751,57	+10,3	74	+15,5	+ 9,5	Pluie fine.	S. O.
25	755,38	+13,0	70	755,06	+15,5	60	755,55	+12,5	65	757,08	+ 9,7	74	+15,5	+ 8,7	Très-nuageux	O. S. O
26	762,37	+13,0	72	763,52	+15,5	54	761,78	+16,3	53	766,38	+10,0	74	+16,3	+ 7,0	Petits nuages.	N.
27	768,40	+11,2	75	767,88	+14,2	57	766,00	+15,5	52	766,62	+10,7	78	+15,5	+ 5,2	Nuageux.	N. E.
28	762,47	+12,0	73	760,93	+15,3	60	759,42	+17,0	54	758,80	+14,3	69	+17,0	+ 6,0	Beau.	N O.
29	756,60	+13,7	73	756,27	+15,2	72	755,94	+14,5	75	757,25	+10,2	80	+15,2	+10,2	Couvert.	O.
30	758,60	+12,0	74	758,27	+14,0	62	758,08	+15,5	52	759,10	+10,3	70	+15,5	+ 6,8	Très-nuageux	N. O.
1	754,98	+16,2	69	754,53	+18,2	62	753,06	+17,2	64	754,19	+13,2	74	+18,9	+10,7	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	750,32	+14,8	74	750,17	+17,1	68	749,84	+17,1	66	750,56	+12,5	77	+18,1	+10,6	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 7,615.
3	755,53	+12,6	74	755,15	+15,0	64	754,87	+15,8	62	756,52	+10,7	74	+16,2	+ 8,2	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 6,910
	753,61	+14,5	72	753,28	+16,8	65	752,89	+16,7	64	753,76	+12,1	75	+17,8	+ 9,8	Moyennes du mois,	+ 13,8.

SUITE

Du Mémoire du docteur Étienne Marianini, *professeur de physique et de mathématiques appliquées au Lycée royal de Venise,*

Sur la Théorie chimique des électromoteurs voltaïques simples et composés.

SECONDE PARTIE.

De l'Insuffisance de la théorie électrochimique pour expliquer les phénomènes des électromoteurs voltaïques.

21. M. le professeur de La Rive, dans les deux Mémoires cités plus haut (1), s'est principalement proposé de démontrer que les phénomènes électriques des appareils voltaïques, simples et composés, ne dépendent point du contact des corps hétérogènes, mais bien de l'action chimique que les liquides exercent sur les métaux, et cela aussi-bien dans le cas où deux métaux qui forment un élément plongent dans un même liquide, que lorsqu'ils plongent dans des liquides séparés.

---

(1) Le premier de ces Mémoires, intitulé : *Analyse des circonstances qui déterminent le sens et l'intensité du courant électrique dans un élément voltaïque*, est inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* de MM. Gay-Lussac et Arago, tome XXXVII, page 225. Le second a pour titre : *Recherches sur la cause de l'électricité voltaïque*. L'extrait de ce dernier, que nous citons, est inséré dans les mêmes *Annales*, tome XXXIX, page 297.

Je ne prétends point démontrer ici que sans la théorie de Volta on ne peut pas rendre raison des phénomènes des électromoteurs; mon intention est seulement de faire voir que la théorie électrochimique ne suffit point pour expliquer tous les phénomènes des électromoteurs simples, tant dans le cas où les deux métaux communiquent avec un seul et même liquide, que dans celui où ils sont en communication avec deux, ni tous les phénomènes des électromoteurs composés. Ce qui me porte naturellement à diviser cette seconde partie en trois sections.

SECTION PREMIÈRE.

De l'Insuffisance de la théorie électrochimique pour expliquer les phénomènes des électromoteurs simples, quand les deux métaux plongent dans le même fluide.

22. Dans la théorie électrochimique, on admet que l'action chimique du liquide sur les métaux est la cause unique qui détermine la production de l'électricité, et que le contact n'est que le moyen propre de mettre cet agent en évidence. A l'appui de cette théorie, M. de La Rive cite d'abord le fait incontestable, que l'action chimique développe par elle-même de l'électricité, et que dans les électromoteurs nous avons toujours quelque combinaison chimique. (Analyse citée, page 230.)

Mais il est cependant un fait certain, c'est que dans les altérations de température il y a un dégagement d'électricité, et que dans les électromoteurs il y a toujours quelque altération de température; on pourrait donc en déduire que le changement de température est la cause qui détermine la production de l'électricité.

Comme c'est aussi un fait incontestable, que deux corps quelconques dont les surfaces ne sont pas parfaitement égales, s'électrisent indépendamment d'une action chimique quelconque connue jusqu'ici, toutes les fois qu'ils viennent à se toucher mutuellement, ainsi que le démontrent Volta dans tant d'expériences, et récemment encore M. Pfaff (1); comme, d'un autre côté, nous avons dans la pile des corps de nature diverse en contact; il s'ensuivrait donc que la théorie du contact serait, autant que la théorie électrochimique, appuyée sur un fait irréfragable.

En conséquence, sous ce rapport, la théorie électrochimique n'est pas dans une situation meilleure que celle de Volta, ni que celle d'après laquelle on voudrait déduire les phénomènes des électromoteurs, de simples altérations d'équilibre dans la température.

Les nombreuses expériences de MM. Becquerel, Pouillet, de La Rive, Nobili et autres, dans lesquelles il est démontré qu'il se développe de l'électricité lorsque des combinaisons ou des décompositions chimiques ont lieu, offrent autant de preuves lumineuses de cette vérité déjà connue : que les actions chimiques sont un des moyens de produire de l'électricité. D'où il résulte qu'on doit en tenir compte dans l'explication de ces phénomènes électriques, qui sont accompagnés d'actions semblables. Ces expériences serviront probablement un jour à démontrer que tous les phénomènes électriques, quels qu'ils soient, proviennent d'actions chimiques, si nous parvenons à savoir que le contact, le frottement,

---

(1) *Annales* citées, tome XLI, page 240 et suiv.

les inégalités de température et toutes les autres méthodes employées pour électriser les corps, donnent naissance à des combinaisons chimiques. Mais ces expériences, du moins à mon avis, ne servent point à fortifier la théorie électrochimique qu'on voudrait maintenant soutenir.

23. Un autre fait qu'on présente à l'appui de la théorie électrochimique, c'est qu'il y a production d'un fort courant électrique quand on plonge dans un liquide deux portions d'un même métal susceptible d'en être attaqué. (Mém. cité.)

Mais, ou les deux parties du même métal que l'on introduit dans le liquide ont quelque différence, quelque hétérogénéité, ou elles sont parfaitement homogènes. Dans le premier cas, le fait rentre entièrement dans la théorie du contact de Volta, puisque ce physicien a fait voir, dans ses nombreuses expériences, qu'une altération, même petite, dans la surface d'un métal, suffit pour le rendre hétérogène dans le sens électrique respectivement à un autre morceau d'un même métal dans lequel cette légère modification n'existe pas.

Dans le second cas, le fait, s'il existait, serait encore inexplicable par la théorie électrochimique ; il serait même en contradiction avec le principe que l'on veut établir, savoir : que le liquide ne doit pas exercer une action chimique également puissante sur les deux élémens du couple voltaïque, pour qu'il y ait courant électrique. Comment, en effet, peut-on admettre que sur deux lames d'un même métal également polies et en tout identiques, un même liquide puisse exercer une action chimique inégale ?

24. Mais venons à quelques expériences qui, suivant M. de La Rive, démontrent la vérité de la théorie électrochimique. Il a remarqué qu'un couple de cuivre et d'étain, qui, plongé dans une solution acide ou saline, donne lieu à un courant direct du cuivre à l'étain, produit, placé dans l'ammoniaque, un courant direct de l'étain au cuivre, c'est-à-dire qu'il a observé que, dans le premier cas, l'étain était positif et le cuivre négatif, et que, dans le second cas, le contraire avait lieu. Il pense pourtant que la différence vient de ce que la solution acide ou saline exerce une action chimique plus forte sur l'étain que sur le cuivre, tandis que l'action de l'ammoniaque est plus forte sur le cuivre que sur l'étain. (*Ann.* cit., p. 232.)

Je crois que l'électrisation, contraire à ce qui s'observe ordinairement, dans le couple de cuivre et d'étain plongé dans l'ammoniaque, provient des altérations dans la faculté électromotrice relative que ce liquide produit sur les deux métaux. En effet, nous avons vu que la faculté électromotrice du cuivre s'affaiblissait dans l'ammoniaque, et que celle de l'étain y augmentait (§ 18 et § 19, t. IV) : il n'est donc pas étonnant que l'étain se montre électrisé en moins, et le cuivre en plus.

Ces altérations ne sont point instantanées ; elles demandent un temps plus ou moins long avant d'être perceptibles ; à la première immersion du couple dans l'ammoniaque, le cuivre doit donc, comme à l'ordinaire, paraître électrisé en moins et l'étain en plus ; et c'est précisément ce qui résulte de mes observa-

tions. Toutes les fois que j'ai répété cette expérience, j'ai toujours vu que, en plongeant dans l'ammoniaque les deux lames accouplées au moyen du fil galvanométrique, la déclinaison de l'aiguille dénotait que l'étain était positif et le cuivre négatif; la déclinaison ensuite allait peu à peu en diminuant, et ne devenait contraire qu'au bout d'un certain temps, qui quelquefois embrassait deux minutes.

Il est en outre nécessaire de remarquer, à ce sujet, que, quoique l'étain soit ou passe du moins pour être moins attaquable que le cuivre par l'ammoniaque, cependant l'augmentation de faculté électromotrice relative qu'éprouve l'étain dans ce liquide est plus grande que l'affaiblissement que le cuivre subit dans les mêmes circonstances. En effet, en expérimentant avec deux lames d'étain, si on en plonge l'une avant l'autre dans l'ammoniaque, on obtient des déclinaisons plus grandes qu'en expérimentant, à la manière ordinaire, avec deux plaques de cuivre de dimensions égales à celles d'étain; et cette différence est si grande que, si l'on tient pendant quatre ou cinq minutes la lame d'étain dans l'ammoniaque, si l'on y plonge ensuite celle de cuivre, on voit tout de suite celle-ci s'élever positivement et l'autre négativement, quoique l'ammoniaque n'ait pas encore eu le temps d'agir sensiblement sur le cuivre; au lieu que, si l'on tient plongée la lame de cuivre, non-seulement pendant cinq minutes, mais encore pendant dix ou plus, et qu'on enfonce ensuite la lame d'étain, on voit bien une déclinaison moindre que lorsqu'on introduit les deux lames simultanément; mais le cuivre s'électrise en moins et non en plus, quoique l'action chimique

de l'ammoniaque sur le cuivre ait eu plus que suffisamment le temps de devenir énergique.

Un autre fait qui, suivant moi, démontre que l'ammoniaque ne fait sur ce couple qu'altérer les facultés électromotrices relatives des deux métaux, c'est que, si on tient pendant deux minutes les deux lames dans l'ammoniaque, et qu'on les plonge ensuite dans une solution saline ou acide, on voit toujours le cuivre s'électriser en plus et l'étain négativement.

Avec un couple formé de cuivre et de fer, M. de La Rive a observé un phénomène analogue à celui qu'il avait obtenu avec un couple de cuivre et d'étain. Et moi aussi, j'ai vu des phénomènes analogues aux précédens, en faisant les mêmes expériences ; sinon que le changement d'électrisation s'obtient dans un temps beaucoup plus court, puisqu'il suffit d'ordinaire de tenir les deux lames dans l'ammoniaque pendant quelques secondes ; ce qui provient de ce que le fer est plus voisin du cuivre dans l'échelle voltaïque, ou de ce que l'action de l'ammoniaque pour accroître la vertu électromotrice est plus puissante sur le fer que sur l'étain, ou même du concours de ces deux circonstances.

25. Un autre phénomène, qui a beaucoup d'analogie avec ceux observés par M. de La Rive sur les couples de cuivre et d'étain, et de cuivre et de fer, est rapporté dans l'extrait cité dans les termes suivans : De l'or et du platine très-purs fixés aux deux extrémités d'un galvanomètre, et plongés dans de l'acide nitrique parfaitement purifié, ne firent point vaciller l'aiguille ; mais une goutte d'acide hydrochlorique versée dans l'acide nitrique, déterminant une légère action chimique sur

l'or, produisit un courant très-sensible. L'expérience dirigée en conséquence, ayant ensuite démontré que la conductibilité du liquide n'était pas accrue par la goutte d'acide hydrochlorique, il en résulte qu'on ne peut attribuer qu'à cette seule condition, c'est-à-dire, à la production d'une action chimique, l'apparition d'un courant électrique qui d'abord n'existait pas, quoique les circonstances les plus favorables pour qu'elle eût lieu dans la théorie du contact fussent toutes réunies. En effet, deux métaux très-différens, l'*or* et le *platine*, se trouvaient en contact, et le plus conducteur de tous les liquides, l'*acide nitrique*, leur était interposé. (P. 299.)

Qu'il me soit permis avant tout de faire observer que, dans la théorie voltaïque, se servir de deux métaux de nature différente n'est pas toujours la condition la plus favorable pour obtenir les courans électriques, puisque Volta considère les métaux qui s'électrisent davantage au contact réciproque, comme plus hétérogènes entre eux dans le sens électrique, que ceux qui par leur nature diffèrent le plus entre eux : ainsi, par exemple, deux morceaux de zinc d'un poli inégal sont plus hétérogènes que ne le sont un morceau d'argent et un morceau d'or, puisque avec les premiers la grenouille galvanique s'agite plus fortement qu'avec ceux-ci, comme l'a observé le célèbre Humboldt.

Quant au phénomène en question, il n'y a pas de doute qu'on ne puisse aussi l'expliquer avec la nouvelle théorie, puisque l'or, qui est plus attaqué que le platine par l'acide hydrochlorique, est aussi celui qui s'électrise positivement ; mais ce phénomène n'est point

le seul qu'on puisse observer avec l'or et le platine ; ces deux métaux en présentent beaucoup d'autres, qui me semblent inexplicables avec la théorie électrochimique, et dépendant des altérations que les liquides produisent dans la faculté électromotrice relative des métaux. Le phénomène même cité par M. de La Rive me paraît résulter en grande partie de semblables altérations. Voici les principales expériences que j'ai faites à ce sujet :

1°. Deux lames d'or pur, plongées simultanément dans l'acide nitrique mêlé à quelques gouttes d'acide hydrochlorique, ne produisirent aucun mouvement dans le galvanomètre. Les plaques ayant été mouillées, essuyées (1), puis replongées dans le même acide, l'effet fut encore nul ; mais l'expérience ayant été répétée en enfonçant une lame avant l'autre, on eut une déclinaison notable du côté de la lame qui avait été mouillée la première ; ce qui veut dire que celle-ci s'électrisa négativement.

En laissant plus de temps s'écouler entre les deux immersions, l'effet était plus prononcé. Dans un peu moins de deux minutes, on obtenait le *maximum* d'effet, et ce *maximum* consistait en une déclinaison d'environ 8 degrés. L'accroissement d'effet était plus rapide dans les premiers instans que dans les derniers. Les plaques étaient rectangulaires, larges de 7 millimètres, et entraient dans le liquide de 2 centimètres et demi.

2°. Ayant fait des expériences analogues aux précé-

(1) Quand on ne dit pas expressément le contraire, on entend toujours que la plaque ou les plaques sont, à chaque expérience, mouillées et essuyées.

dentes avec deux lames de platine, j'obtins des effets semblables, c'est-à-dire que le platine plongé le premier dans le liquide se montra électrisé négativement. Les déclinaisons qu'on obtenait à circonstances égales étaient plus grandes, et l'on avait le *maximum* ou presque le *maximum* d'effet dans un temps beaucoup plus court.

L'action dudit acide sur l'or et sur le platine est donc telle qu'elle accroît dans l'un et dans l'autre la faculté électromotrice relative, mais plus dans le platine que dans l'or.

3°. On ne peut pas dire que ces phénomènes prennent leur source dans l'électricité qui se développe immédiatement par l'action chimique exercée par l'acide sur les métaux : premièrement, parce que, si l'on tient aussi quelque temps exposée à l'air la plaque qui a été baignée, elle paraît encore électronégative relativement à l'autre, quand on la plonge avec elle dans le liquide : secondement, parce que, si on laisse aussi sécher la plaque qui a été baignée, elle se conserve des jours et des mois, et peut-être encore des années, plus électronégative que celle qui n'a point été mise dans le liquide : en troisième lieu, parce que tous ces phénomènes arrivent également si l'on maintient les plaques en communication avec la mer pendant tout le temps qu'elles sont plongées dans le liquide, et aussi pendant tout le temps que durent les expériences.

4°. Pour expliquer ces phénomènes avec la nouvelle théorie, dira-t-on que la lame que l'on met la dernière dans le liquide est toujours la moins attaquée? Je crois qu'il n'en est pas ainsi; car, en transportant la lame

humide et la lame sèche dans un autre liquide, on excite un courant qui est encore dans le même sens; et même, si le nouveau liquide est de l'acide nitrique étendu de vingt ou trente parties d'eau, quoique, d'après nos connaissances actuelles en chimie, nous croyons qu'il n'attaque ni l'or ni le platine, la déclinaison est cependant triple de celle qu'on remarque dans le même acide concentré.

5°. Ainsi donc, quand on plonge les deux métaux dans l'acide nitro-hydrochlorique, comme fait M. de La Rive, on accroît dans tous les deux la faculté électromotrice relative; mais comme elle augmente plus dans le platine que dans l'or, celui-ci prend l'électricité positive, et l'autre la négative. Cela est si vrai que, si l'on plonge d'abord la lame de platine, et, secondement, la lame d'or, on obtient un plus grand effet, quoique l'action chimique n'ait pas le temps d'agir énergiquement sur l'or, comme elle a déjà fait sur le platine. Au contraire, si c'est la plaque d'or qu'on plonge la première dans le liquide, l'effet est moindre que lorsqu'on y enfonce en même temps ces deux métaux.

6°. Mais encore une remarque : si on laisse baigner l'or pendant plus d'une minute et demie avant de plonger le platine, on voit ce dernier s'électriser en plus, et l'or, quoique certainement plus attaqué que le platine, s'électriser en moins.

26. Je n'ai parlé jusqu'ici que de la seconde partie de l'expérience de M. de La Rive, parce que, quant à la première, c'est-à-dire, au manque d'effet qu'il observa en plongeant le couple d'or et de platine dans l'acide nitrique pur, mes observations ne sont point d'accord avec

la sienne. En effet, toutes les expériences que j'ai faites avec l'acide nitrique, mêlé à une petite quantité d'acide hydrochlorique, je les ai répétées avec l'acide nitrique pur, et j'ai obtenu des résultats qui ne différaient de ceux déjà décrits qu'en intensité, puisque les déclinaisons du galvanomètre ne parvenaient point à 10 ou 12 degrés, comme en employant ledit acide nitro-hydrochlorique, mais seulement à 2 ou au plus à 3 degrés.

J'aurais douté de la pureté de l'acide ou des métaux, si le premier n'avait point été préparé par un chimiste de beaucoup de mérite, M. Bizio; et si les seconds n'eussent pas été purifiés par M. Bussolin, bien connu du public par sa rare habileté dans les opérations métallurgiques, et plus encore par ses découvertes docimastiques. En considérant toutefois qu'il est impossible de préserver complètement l'acide nitrique de tout contact avec l'air atmosphérique, et que cet air, à Venise, contient toujours des hydrochlorates, on pouvait soupçonner que l'acide nitrique ne produisait, dans l'or et le platine, ces modifications qu'autant qu'il contenait quelque atome d'acide hydrochlorique. Pour éclaircir donc ce soupçon, je laissai à dessein exposé à l'air le verre d'acide nitrique qui avait servi aux expériences précédentes, dans le but de voir si cette circonstance augmenterait dans cet acide le pouvoir d'altérer en plus la faculté électromotrice relative de l'or et du platine, par l'acide hydrochlorique qu'il pouvait par hasard absorber dans l'air ambiant. Mais, à ma grande surprise, j'ai vu que ce pouvoir allait au contraire en diminuant, jusqu'à ce que, au bout d'environ quarante jours, ce liquide produisait sur l'or et le platine un effet op-

posé à celui des premiers jours ; je veux dire qu'il diminuait dans ces métaux la faculté électromotrice relative, au lieu de l'accroître.

Je ne puis donc pas attribuer les effets que j'ai observés avec l'acide nitrique pur, aux impuretés puisées par ce liquide dans son contact avec l'air. En conséquence, le manque d'indice de courant électrique observé par M. de La Rive, je ne saurais l'attribuer qu'à ce que son acide nitrique avait déjà absorbé quelque peu d'humidité de l'air quand il fut soumis à l'expérience, ou à ce qu'il a fait usage d'un multiplicateur moins parfait que le mien. Mais, quelle que soit la cause de la différence en ce point entre mes expériences et celles de M. de La Rive, il n'y a point de doute qu'avec la nouvelle théorie électrochimique on ne puisse encore expliquer les phénomènes électriques dont on a parlé dans ce paragraphe et dans les précédens (1).

Je me flatte en outre qu'un jour un chimiste ne jugera pas indigne de ses recherches la connaissance des modifications que les acides apportent dans l'or et le platine, puisque, dans l'état actuel de la science, il semble cependant singulier que le platine, dans un liquide qui l'attaque moins que l'or, subisse une modification superficielle plus forte que celle qu'éprouve l'or lui-même ; que de semblables modifications soient produites sur les mêmes métaux par un acide qui ne les attaque pas, et que si ce même acide est un peu affaibli, il produise

(1) Je n'ai pu répéter l'expérience faite par M. de La Rive avec la paire formée de platine et de palladium, parce que je n'ai point de ce dernier métal.

sur ces métaux une modification contraire. Mais revenons à la théorie électrochimique.

27. « Un fait qui démontre (expressions de M. de La Rive, dans l'analyse citée, p. 284) que l'action chimique est vraiment celle qui détermine sur le métal le moins attaquable l'électricité positive, c'est que, quand on plonge le fer et le plomb dans l'acide nitrique concentré, le fer, dans le premier moment, est négatif, parce qu'il n'y a encore aucune action chimique ; mais, si l'on attend que l'action énergique qui doit se développer commence, ou si l'on expose un instant à l'air la partie du fer qui a été plongée dans l'acide, ce qui détermine promptement l'action, le même fer, qui était négatif, devient, dans ce liquide, positif avec une intensité considérable. »

Je ne puis comprendre d'abord comment il arrive que, nulle sur le fer dans le premier instant de l'immersion, l'action de l'acide ne doive pas être également nulle sur le plomb ; sur ce plomb sur lequel, un instant après, elle est bien moins énergique que sur le fer.

Je crois, quant à moi, que le changement d'électrisation provient d'une altération que le liquide produit dans les métaux, et je crois mon opinion justifiée par les faits suivans :

(*a*) Si l'on prend deux lames de fer polies, si on les accouple au moyen du fil du galvanomètre, puisqu'on en plonge une dans l'acide nitrique concentré, qu'ensuite on y plonge aussi l'autre, la déviation de l'aiguille montre que la première plaque s'électrise négativement, et la seconde positivement. La déclinaison est plus grande, si on laisse écouler un temps plus considérable

entre l'immersion de la première plaque et celle de la seconde. Il suffit d'ailleurs de quelques minutes pour atteindre le *maximum*, ou presque le *maximum* d'effet.

On voit, par cette expérience, que l'action de l'acide sur le fer est telle qu'elle le rend plus électronégatif qu'il ne l'est naturellement.

(*b*) Si l'on fait une expérience analogue avec deux lames de plomb, on observe la même chose, si ce n'est que, à circonstances égales, les déclinaisons sont plus grandes que quand on expérimente avec des plaques de fer ; d'où l'on voit que l'action de l'acide nitrique concentré accroît la faculté électromotrice relative et du plomb et du fer, mais plus celle du premier que celle du second. En conséquence, dans l'expérience de M. de La Rive, après que les lames sont restées quelques momens dans l'acide, le plomb devient négatif et le fer positif, parce que dans le plomb la faculté électromotrice croît tellement qu'elle devient supérieure au fer, quoique, dans le dernier métal, la même faculté soit aussi augmentée ; et cela est si vrai que,

(*c*) Si, en répétant l'expérience de M. de La Rive, on plonge d'abord la plaque de plomb, puis celle de fer, on a immédiatement une électrisation positive dans le fer et négative dans le plomb, plus notable que quand on enfonce les deux métaux simultanément ; et il n'est point nécessaire ici d'attendre que l'action de l'acide sur le fer ait acquis de l'énergie ; car même, quelque temps qu'on tienne les deux lames plongées dans le liquide, les oscillations de l'aiguille ne parviennent plus jamais à égaler celles des premiers instans.

Quand M. de La Rive tient exposée à l'air la partie

de la plaque de fer qui a été plongée dans le liquide, ce n'est point cette circonstance qui détermine une action chimique immédiatement énergique, quand on la replonge dans le liquide; ou du moins elle n'est point la cause pour laquelle le fer vient à s'électriser positivement par rapport au plomb. La cause consiste en ce que, tandis qu'on tient le fer exposé à l'air, le liquide dans lequel baigne le plomb opère sur lui cette modification qui le rend supérieur au fer. Et, en effet :

(*d*) Si, pendant qu'on tient exposé à l'air le fer qui a été mouillé, on retire aussi le plomb du liquide, qu'on l'essuie et qu'on le polisse; en plongeant ensuite les deux lames, on voit que le fer s'électrise en moins et le plomb en plus, et avec une intensité plus grande que dans les autres cas. Admettons pourtant qu'exposer à l'air le fer qui a été mouillé, détermine promptement l'action chimique du liquide sur lui. Mais cette action, bien loin de le rendre plus positif, le rend au contraire plus négatif qu'auparavant.

Il me semble pourtant bien difficile, pour ne pas dire impossible, d'expliquer ces expériences avec la nouvelle théorie; tantôt il faudrait supposer que l'action de l'acide rend le fer positif relativement au plomb, comme dans la seconde partie de l'expérience de M. de La Rive; tantôt qu'elle le rend négatif, comme dans l'expérience (*d*); puis il faudrait supposer que l'action de l'acide est moins énergique dans les premiers momens sur le fer que sur le plomb, comme dans la première partie de l'expérience de M. de La Rive; enfin il faudrait supposer le contraire, comme dans l'expérience (*c*).

Si l'on examine de la même manière les autres expériences analogues à la précédente, rapportées par M. de La Rive, on parvient à des résultats semblables. En conséquence, cela ne paraît pas être un fait favorable à la théorie électrochimique, que différens métaux puissent être disposés dans un ordre différent, quant à leur pouvoir électromoteur, suivant que nous nous servons pour liquide de l'acide nitrique concentré, ou du même acide affaibli, puisque, dans l'un et dans l'autre de ces liquides, on les voit s'électriser de la même manière dans le premier moment qu'on les y plonge, c'est-à-dire, quand l'action du liquide n'a pas encore modifié leurs superficies de manière à en altérer la faculté électromotrice (1).

Il me semble démontré, par tout ce qui précède, que la théorie électrochimique n'est point suffisante pour

(1) La conséquence pour moi, c'est qu'il me semble que ceci renverse l'objection qu'a faite M. de La Rive; objection dans laquelle il me dit que, pour avoir admis que le sens du courant ne dépend, dans un élément voltaïque, que de la nature relative des deux métaux, on ne peut point admettre les conséquences que j'ai déduites de ce principe. Il cite, comme exemple, la table de la faculté électromotrice de diverses substances qu'on trouve insérée dans mon Essai, en ajoutant que la place assignée à chaque corps n'est exacte qu'en tant qu'on emploie comme liquide conducteur le même que celui dont j'ai fait usage. On en peut dire autant, poursuit-il, de la table de la conductibilité des liquides, qui est basée sur ce principe, que le liquide le plus conducteur est celui qui donne lieu à un courant plus intense, quand on y plonge une paire voltaïque : mais qu'on change la paire

expliquer tous les phénomènes que présentent les électromoteurs simples, quand les deux plaques dont ils sont formés plongent dans le même liquide.

DEUXIÈME SECTION.

De l'insuffisance de la théorie électrochimique pour expliquer les phénomènes des électromoteurs simples, quand les deux métaux ne plongent pas dans le même liquide.

28. Les phénomènes qui ne peuvent pas se concilier avec la théorie électrochimique, lorsque les deux plaques du couple voltaïque plongent dans le même

---

d'essai, ou seulement l'un des métaux dont elle est formée, et l'on viendra à placer les liquides dans un ordre tout-à-fait différent.

A cela, je me permettrai de répondre :

1°. Que ma table des électromoteurs métalliques est identique, *hormis quelques additions*, avec celles qu'a données Volta, et que d'autres physiciens ont confirmées, sans qu'ils aient employé des liquides ;

2°. Que je n'ai pas fait usage d'un seul liquide, mais bien de plusieurs ;

3°. Que ces liquides n'étaient point des acides concentrés, ni de fortes solutions salines ou alcalines, et que néanmoins *je m'attachais* à l'effet produit à la première immersion de la paire dans les liquides, parce que je voulais donner une table des électromoteurs pris dans leur état naturel, et non altérés par les liquides dans lesquels on les plongeait, ou par d'autres circonstances, dont je parle longuement dans les sections qui précèdent celle où se trouve ladite table ;

4°. Quant à l'observation que me fait M. de La Rive relativement à ma table des conducteurs humides, il me

liquide, ne sont pas en grand nombre, parce que, comme le remarque M. de La Rive lui-même, les métaux le plus attaqués par les liquides sont ordinairement le plus positifs, et en conséquence, dans l'explication de ces phénomènes, la théorie de Volta et celle du savant Genevois marchent ordinairement d'accord.

Mais il n'en est pas ainsi, quand l'une des plaques est plongée dans un liquide et l'autre dans un liquide différent. Ici les faits, qui sont en contradiction avec la nouvelle théorie, sont très-nombreux; et il dépend presque de l'expérimentateur de les multiplier autant qu'il lui plaît, comme on le verra par ceux que je vais rapporter.

Ayant mis dans un verre de l'acide sulfurique affai-

---

répugne d'avoir à dire que, immédiatement après ladite table, j'ajoute que si l'on change le couple électromoteur, on aura, dans quelques cas, un indice de conductibilité différente. Je rapporte les cas que j'ai eu à observer dans le petit nombre de liquides éprouvés par moi; je dis que, pour ce motif, j'ai limité ma table à un petit nombre de conducteurs, et je propose une méthode pour éviter de semblables anomalies. (Essai cité, paragraphes 141 et 142, *Annales de Chimie*, t. XXXIII, p. 151 et 152.)

Ce n'est pas que je croie pour cela que les deux tables soient tout-à-fait *exemptes* d'inexactitudes; mais je souhaite avoir assez de temps pour pouvoir revenir une autre fois sur ce sujet, et, profitant des nouvelles connaissances acquises sur l'électricité, grâce aux travaux de M. de La Rive, de MM. Becquerel, Nobili et autres, le traiter avec plus d'étendue et un meilleur succès.

bli, et dans un autre de l'eau distillée, je fis communiquer les deux liquides au moyen d'un siphon plein d'eau pure distillée; j'introduisis dans l'acide une plaque de fer communiquant avec l'extrémité du fil galvanométrique, et je mis dans l'eau distillée une plaque de zinc bien polie, communiquant avec l'autre extrémité du fil, la déclinaison de l'aiguille montra que le zinc s'était électrisé en plus, quoique incomparablement moins attaqué par l'eau que ne l'avait été le fer par l'acide.

A la lame de fer je substituai une lame de plomb, et l'aiguille déclina encore du même côté. J'obtins la même chose avec une lame de laiton et avec une lame de cuivre, accouplées avec celle de zinc.

Ayant répété ces expériences, en tenant plongée dans l'eau distillée une lame de plomb en place de celle de zinc, le galvanomètre indiqua toujours que le plomb s'électrisait positivement, et que le fer, le laiton, le cuivre s'électrisaient en moins, quoique l'action chimique exercée sur eux par l'acide fût manifeste.

A l'acide sulfurique affaibli je substituai l'acide nitrique, et, à l'aide d'un fil de platine, je mis en communication ce liquide avec l'eau pure. Un gros fil d'argent, appliqué à l'extrémité du fil galvanométrique, fut introduit dans l'acide, tandis qu'une lame de cuivre, appliquée à l'autre bout, plongeait dans l'eau pure. La déviation de l'aiguille magnétique montra que le cuivre, et non l'argent, s'électrisait positivement. Je substituai au cuivre un autre métal, de ceux que Volta a vus s'électriser en plus au contact de l'argent, savoir, le fer, le plomb, le zinc : les déclinaisons montrèrent

toujours que l'argent s'électrisait en moins, quoique l'action exercée sur l'argent par l'acide nitrique soit très-puissante, et celle de l'eau pure sur les autres métaux que je viens de citer, très-faible.

29. Non-seulement il semble que l'action chimique ne soit pas la cause des courans voltaïques; mais il y a des faits qui nous induiraient à croire qu'elle n'a pas sur eux la moindre influence directe. En voici quelques-uns :

Je mis dans un verre de l'acide sulfurique étendu de 6 parties d'eau, et dans un autre de l'eau distillée; je fis communiquer entre eux les deux liquides avec une bande de papier imbibé d'eau distillée; j'accouplai une plaque de zinc à une lame de platine au moyen du fil galvanométrique, et je plongeai ensuite en même temps le zinc dans l'acide et le platine dans l'eau; la déclinaison de l'aiguille fut de 11 degrés. Après avoir bien essuyé les plaques, quand l'aiguille fut tranquille, je recommençai l'essai; mais, en plongeant le platine dans l'acide et le zinc dans l'eau, la déclinaison fut encore de 11 degrés. Je répétai plusieurs fois l'une et l'autre de ces expériences, et toujours avec le même résultat, quoique, chaque fois que je plongeais le zinc dans l'acide, il y eût une très-vive effervescence, et qu'il n'y eût pas d'indice d'action chimique lorsque le platine plongeait dans l'acide.

A l'acide sulfurique je substituai l'acide nitrique, et au couple platine et zinc un couple argent et zinc; les déclinaisons furent toujours de 6 degrés, tant en plongeant le zinc dans l'acide qu'en le mettant dans l'eau. Les paires, composées de carbure de fer et de zinc,

de cuivre et de zinc, de fer et de zinc, donnèrent des résultats tout-à-fait analogues aux précédens (1).

30. Il n'était pas possible que tous ces phénomènes, qui sont contraires à la nouvelle théorie, échappassent à la perspicacité de M. de La Rive. Il a lui-même observé que, si l'on verse de l'acide sulfurique concentré dans l'une des branches d'un tube recourbé en forme d'U, et de l'acide nitrique dans l'autre, qu'on plonge l'extrémité zinc d'un galvanomètre dans l'acide sulfurique, et l'extrémité cuivre dans l'acide nitrique, on trouve le zinc positif par rapport au cuivre, quoique ce dernier soit plus fortement attaqué par l'acide nitrique que le zinc ne l'est par l'acide sulfurique. (Ext. cité, p. 302.).

Cette expérience n'est-elle point contraire à la théorie électrochimique, et parfaitement d'accord avec celle du contact? Non, répond M. de La Rive, parce que avec deux lames homogènes de cuivre, de zinc, de plomb, etc., on observe aussi la même chose, c'est-à-dire que

(1) Avec des expériences analogues à celles-ci, on démontre également que le courant voltaïque ne procède pas toujours du métal ou du liquide le plus chaud à celui qui l'est moins, comme il arrive dans l'expérience de l'illustre chevalier Nobili, décrite dans son Mémoire sur la nature des courans électriques, p. 130 (*Bibliot. univers.*, t. XXXVII). Si l'on fait communiquer l'eau chaude d'un récipient avec l'eau froide qui se trouve dans un autre, au moyen d'une bande de papier mouillé, on voit que le courant électrique va du liquide chaud au liquide froid, ou de ce dernier à l'autre, selon que la plaque électropositive d'un élément voltaïque plonge dans le liquide chaud ou dans le froid.

celle qui est le plus attaquée s'électrise négativement. Il conclut pourtant que « comme il peut arriver, avec deux lames parfaitement homogènes, que la moins attaquable soit positive par rapport à l'autre, il n'y a pas lieu d'être surpris qu'il en arrive autrement avec deux lames hétérogènes, et qu'on ne peut pas s'en faire un argument en faveur de la théorie du contact. » (Même ouvrage.)

Mais qui ne voit avec quelle facilité un partisan de Volta pourrait rétorquer cet argument? Puisqu'il peut arriver, en expérimentant avec des métaux homogènes et en expérimentant avec des métaux hétérogènes, que ce soit tantôt le plus attaquable, tantôt le moins attaqué des métaux qui s'électrise négativement; on ne peut pas, dirait-il, déduire de ces faits un argument favorable à la théorie électrochimique.

Il semble, au reste, que M. de La Rive sentait aussi l'insuffisance de son raisonnement, puisqu'il s'occupe immédiatement de donner une explication de ces phénomènes contraires à sa théorie. Et comme, dans cette explication, nous avons une nouvelle preuve de l'esprit ingénieux de M. de La Rive, et de la persuasion profonde où il est de la solidité de la théorie électrochimique, je crois devoir la rapporter ici.

45. « Il est facile (Extrait cité à la page 30) de rendre compte de ces apparentes anomalies, en considérant que les deux principes électriques, qui se séparent l'un de l'autre par l'action de l'acide nitrique sur la surface de la lame métallique qui plonge dans cet acide, peuvent ou se recomposer immédiatement, ou faire le tour du circuit pour se réunir et se neu-

traliser. Dans le cas en question, la facilité que l'électricité possède à passer de l'acide nitrique dans le métal, et la difficulté qu'elle éprouve, au contraire, à passer du métal dans l'acide sulfurique, font que la plus grande partie des deux principes électriques se réunit immédiatement, et que seulement une partie très-petite fait le tour du circuit, parce que le circuit entier ne peut être parcouru sans qu'il y ait passage dans l'acide sulfurique. Pour la même raison, les deux principes électriques, séparés à la surface de la lame qui plonge dans l'acide sulfurique, et qui sont portés par l'action chimique, l'un dans l'acide et l'autre dans le métal, parcourent en grande partie, pour se neutraliser, la voie la plus longue, mais la plus facile, que leur présente la circonférence entière du circuit; parce que ceux-ci ne rencontreront que le passage facile du métal dans l'acide nitrique; au lieu que, s'ils se recomposaient directement sans parcourir le circuit, ils devraient passer du métal dans l'acide sulfurique. Les choses étant ainsi, quoiqu'il y ait réellement moins d'électricité développée par l'action de l'acide sulfurique sur le métal, que par celle de l'acide nitrique, c'est le courant produit par le premier de ces acides qui l'emporte dans le circuit sur le courant produit par le second, et qui détermine en conséquence la direction du courant définitif, indiquée par l'instrument. »

Ici je dois, avant tout, confesser que je ne comprends pas bien plusieurs choses dans cette explication. Premièrement, je ne conçois pas comment peuvent avoir lieu les recompositions immédiates des deux principes électriques, puisqu'il me semble que, si l'action

chimique oblige l'un des deux élémens à passer dans le liquide, et le second dans le métal, ils doivent chercher quelque autre voie pour se recomposer, plutôt que de revenir immédiatement à ce point, dans lequel subsiste continuellement la cause (l'action chimique) qui tend à les tenir séparés. En second lieu, je ne comprends pas comment on peut dire que les principes électriques, décomposés par l'acide sulfurique, ne doivent pas parcourir l'acide même pour se recomposer, l'acide remplissant le cercle : en effet, ou l'on veut, ce me semble, que celui des deux principes qui est transporté dans l'acide y reste en stagnation pour attendre l'autre qui, en parcourant le circuit, vient à se recomposer avec lui, et celui-ci doit alors passer de l'acide nitrique à l'acide sulfurique; ou bien l'on veut que ce principe aille à la rencontre du principe opposé (avec lequel il tend à se rejoindre) dans l'acide nitrique, et, dans ce cas aussi, l'un des deux principes parcourra l'acide sulfurique. En troisième lieu, je ne conçois pas comment les deux métaux se chargeant d'une électricité homologue, la plus faible doit prévaloir; puisque, ou la différence d'électricité des deux métaux existe seulement dans la quantité, et alors, ayant tous deux une égale tension, il ne peut y avoir aucun courant électrique; ou la différence consiste aussi dans la tension, et alors celle du métal, dans lequel la tension est la plus grande, doit prévaloir, quels que soient les obstacles à surmonter.

Mais, de ce que je ne comprends pas ces choses-ci et d'autres dans cette explication de M. de La Rive, il résulte seulement que je ne dois pas m'en permettre un

examen très-profond ; je me bornerai donc à considérer la chose d'une manière superficielle.

Dans l'expérience rapportée par M. de La Rive, et l'on en pourrait rapporter beaucoup d'autres analogues, le cuivre est plongé dans l'acide nitrique, le zinc dans l'acide sulfurique ; l'acide nitrique attaque le cuivre plus que l'acide sulfurique n'attaque le zinc ; et, pour cette raison, l'électrisation du cuivre devrait prévaloir sur celle du zinc, c'est-à-dire que le cuivre devrait s'électriser en plus, et le zinc en moins ; mais le contraire a lieu, parce que l'acide nitrique, comme plus conducteur, facilite les recompositions immédiates des deux principes électriques plus que ne le fait l'acide sulfurique, ce dernier étant doué d'une puissance conductrice moindre. Voilà l'explication de M. de La Rive.

Mais plaçons le zinc dans l'acide nitrique et le cuivre dans l'acide sulfurique concentré ou affaibli, ou bien dans l'eau salée ou distillée. Et ici également, si l'explication de M. de La Rive est vraie, la facilité des recompositions immédiates des deux principes électriques qui aura lieu dans l'acide nitrique, et la difficulté des mêmes recompositions dans le liquide où plonge le cuivre, devraient faire que le zinc montrât l'électricité négative et le cuivre la positive : mais c'est le contraire qui a lieu.

Je regrette que, dans l'extrait que j'ai sous les yeux, on n'ait pas pu insérer les essais par lesquels M. de La Rive a directement vérifié que, lorsque la facilité du passage est égale des deux côtés, le cuivre s'électrise en plus et le zinc en moins ; puisque, malgré tous mes efforts pour tâcher de rendre également conducteurs

les deux liquides, ou pour les faire varier quant à la faculté conductrice et quant à leur nature, je n'ai jamais réussi à voir le couple cuivre et zinc exciter le courant électrique dans un sens contraire à celui que prescrit la théorie voltaïque; et non-seulement le couple cuivre et zinc, mais aussi les paires formées de laiton et de zinc, de fer et de zinc, d'étain et de zinc, etc. (1).

Ce n'est point, suivant moi, une chose si facile à admettre que la nature, constante comme elle est dans ses modes d'action, n'emploie ces recompositions immédiates des deux principes électriques imaginées par M. de La Rive que dans ces expériences, qui ne cadrent nullement avec la théorie électrochimique.

31. Je terminerai cette section en rapportant une expérience que j'ai déduite de deux observations récentes de M. Becquerel. Cet illustre physicien, de Paris, a découvert qu'une lame de zinc bien polie, en contact avec une dissolution de nitrate de zinc, s'électrise négativement toutes les fois qu'on verse dans la solution une goutte d'acide nitrique ou sulfurique; et que le fer, en

---

(1) Ce n'est pas que je croie absolument impossible de trouver un liquide avec lequel, en y plongeant le couple, par exemple, de cuivre et de zinc, on obtienne un courant contraire au courant ordinaire; il suffirait, à cet effet, de chercher un liquide qui amenât dans le cuivre la même modification qu'y peut apporter un courant électrique, et dont nous avons parlé au § 6. Si M. de La Rive a trouvé un pareil conducteur, il a certainement fait une belle découverte, mais nullement favorable à la théorie électrochimique.

contact avec une dissolution de sulfate de fer, s'électrise positivement quand on verse dans cette dissolution une goutte d'acide sulfurique (1). Ces faits me suggérèrent l'expérience que je vais décrire.

J'ai rempli un verre d'une solution de nitrate de zinc, et j'y ai placé une extrémité d'une lame de zinc, dont l'autre bout communiquait au fil galvanométrique : dans un autre verre contenant une dissolution de sulfate de fer, j'ai placé une lame de fer communiquant avec l'autre extrémité dudit fil; puis j'ai versé dans ce verre une goutte d'acide sulfurique, une goutte d'acide nitrique dans l'autre, et en même temps j'ai mis en communication les deux liquides au moyen d'une petite mèche d'amiante imbibée d'eau distillée. La déclinaison de l'aiguille montra que le courant électrique était dirigé (dans le fil galvanométrique) du fer au zinc, c'est-à-dire que le fer s'électrisait en moins, et le zinc en plus. En conséquence de l'action que les deux métaux exercent sur l'acide, il devrait résulter un courant dirigé du zinc au fer; mais il se présente dirigé en sens contraire : il faut donc conclure que, outre les actions chimiques, il y a une autre cause qui engendre ce courant électrique, et que, dans notre cas, celle-ci est plus puissante que les premières.

Ce fait me sembla si décisif que je ne me contentai pas de l'expérience que je viens de décrire : comme M. Becquerel ne dit pas dans quelles proportions se

(1) Mémoire sur l'électrochimie, et l'emploi de l'électricité pour opérer des combinaisons. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLI, mai 1829, p. 15.

trouvaient l'eau, les sels et les acides qui composaient les liquides employés par lui ; j'ai varié l'expérience de plusieurs manières en modifiant la quantité des sels dissous, ou celle de l'acide ajouté ; mais les résultats ne différèrent qu'en intensité.

Comme ensuite, dans la théorie électrochimique, on est dans l'usage d'admettre que le métal le plus attaqué par le liquide est celui qui s'électrise positivement par rapport à celui qui est moins attaqué, on pourrait douter si, dans cette sorte d'expérience, bien que l'action chimique absolue des métaux sur les liquides dût engendrer un courant du zinc au fer, il ne pourrait pas se produire un courant en sens contraire par l'action chimique relative, c'est-à-dire, parce que l'action sur le zinc est plus énergique que l'action sur le fer. J'ai donc, pour cela, fait l'une de ces expériences en mettant dans la solution du nitrate de zinc, où plongeait la plaque de zinc, une très-petite quantité d'acide nitrique, et, dans la solution du sulfate de fer, où baignait le fer, une quantité d'acide sulfurique quelques milliers de fois plus considérable que la portion d'acide nitrique versée dans l'autre solution, de manière que le fer était beaucoup plus attaqué que le zinc : la direction du courant était encore dans le même sens.

Ici pourtant on ne peut attribuer l'électrisation négative du fer et positive du zinc, ni à l'action chimique absolue que les liquides exerçaient sur les métaux, parce que, suivant la découverte de M. Becquerel, le zinc aurait dû être négatif et le fer positif ; ni à l'action chimique relative, puisque l'action qui avait lieu sur le fer étant plus forte que celle qui avait lieu sur le zinc, ce

dernier métal, et non l'autre, devait s'électriser négativement. On ne peut pas non plus l'attribuer à l'action chimique qui, dans ce cas, pourrait avoir lieu entre les deux acides, puisque l'acide nitrique s'électrise négativement, en se combinant avec l'acide sulfurique, comme l'a découvert encore M. Becquerel (Mémoire cité, p. 13) : de quoi dépendrait donc, dans cette expérience, l'électrisation positive du zinc, et négative du fer, sinon du contact réciproque de ces deux métaux ; contact qui, indépendamment de l'intervention du liquide quel qu'il soit, produit toujours un état électrique, négatif dans le fer et positif dans le zinc ?

En voilà, au reste, assez, si je puis raisonnablement conclure de tout ce qui a été dit dans cette section, que plusieurs phénomènes parmi ceux que les électromoteurs simples présentent, quand les deux plaques plongent dans des liquides différens, ne peuvent pas s'expliquer avec la nouvelle théorie électrochimique.

TROISIÈME SECTION.

De l'Insuffisance de la théorie électrochimique dans l'explication des phénomènes des électromoteurs composés.

32. Puisque, suivant la théorie électrochimique, l'électricité des appareils voltaïques est attribuée seulement à l'action différente que les liquides exercent sur les métaux, et que le contact entre les lames hétérogènes ne fait que rendre plus facile le passage de l'électricité, j'ai essayé d'obtenir quelque tension électrique dans un appareil composé, sans l'intervention de ce contact.

Pour cela, je préparai un appareil à couronne de tasses de six couples, employant pour liquide de l'eau fortement salée : mais, au lieu de souder les plaques de cuivre à celles de zinc, je repliai les parties de chaque lame sortant des tasses, et je les fis communiquer entre elles, en les plongeant deux à deux dans six tasses voisines pleines de mercure : les tensions électriques, les saveurs et les déclinaisons de l'aiguille, produites par cet appareil, ne différaient pas, comme il était bien naturel de s'y attendre, de celles qu'on obtient quand les plaques des couples isolés sont soudées ensemble. Mais, ayant ôté le mercure qui formait les communications métalliques entre le cuivre et le zinc de chaque couple, et ayant mis à la place de l'eau pure, les tensions et tous les autres signes électriques disparurent entièrement.

Il est bien vrai que, selon la théorie électrochimique, l'eau pure aussi attaque plus le zinc que le cuivre, et en conséquence on aurait ici deux électromoteurs d'un nombre égal de couples engendrant deux courans en sens contraire. L'on opposera pour cela à cette expérience que, quoique les actions chimiques exercées par les deux liquides sur les métaux soient différentes, cependant les tensions électriques sont égales, et en conséquence les deux courans, étant *contraires entre eux*, doivent se détruire réciproquement. Mais si les actions chimiques donnent naissance à la tension électrique, comment admettre égalité de tension où de telles actions sont de force différente? Ceci est justement une des grandes difficultés qui se rencontrent dans la théorie électrochimique, de concevoir comment, pour

un nombre égal de couples, la tension est toujours égale, quel que soit le liquide dans lequel ils plongent. Si l'inégalité électrique, qui a lieu dans un couple cuivre et zinc, est de 1 degré; la tension d'une pile de dix couples de même nature sera de 10 degrés; qu'on la monte avec l'acide nitrique affaibli, qui parmi les acides est le plus puissant conducteur de l'électricité; ou bien avec l'acide hydrocyanique qui en est le plus faible; qu'on remplace ces liquides par l'eau distillée, et, comme je l'ai fait plusieurs fois, par l'esprit-de-vin qui n'attaque nullement les métaux; ou enfin, qu'on supplée au conducteur humide avec des disques de nitrate de potasse fondus au feu, comme l'a fait le célèbre Biot, la tension sera toujours égale et toujours décuple de celle d'une seule paire. Que si quelquefois l'on observe de petites différences, celles-ci, n'étant nullement proportionnées à l'énergie des actions chimiques opérées par les liquides sur les métaux, ne peuvent être attribuées aux actions mêmes; mais il est à croire qu'elles proviennent plutôt, ou de la faculté électromotrice des liquides, ou des altérations qu'ils produisent sur les surfaces des métaux.

33. Mais plus un argument paraît décisif, plus doit être sévère l'examen critique que nous devons en faire. Les appareils à nombre égal de couples, préparés avec des liquides différens, ont-ils réellement des tensions égales? Puis les indications de l'électromètre réuni au condensateur sont-elles d'une exactitude à exclure la plus petite différence? Quelle sera donc la tension d'un élément voltaïque formé de deux morceaux de cuivre, l'un moins poli que l'autre, si douze de ces élémens,

unis ensemble, ne parviennent point encore à mouvoir les pailles d'un électromètre très-délicat, muni d'un condensateur qui rend cent fois plus grande la même tension? Et cependant le galvanomètre en fournit un indice par une déclinaison de plusieurs degrés, toutes les fois qu'ayant mis les deux petits morceaux de cuivre aux extrémités du fil conjonctif, on les plonge tous les deux dans un bon conducteur liquide. Il pourrait donc se faire que les tensions des appareils dans lesquels l'action chimique est différente, ne fussent pas rigoureusement égales, quoiqu'elles paraissent telles à l'électromètre. J'ai donc cru opportun de faire quelques expériences destinées à éclaircir ce doute. En voici une :

J'ai disposé deux appareils, chacun de quatre couples cuivre et zinc, l'un avec de l'eau presque entièrement saturée d'hydrochlorate de soude, l'autre avec de l'eau de pluie. Le premier faisait décliner le galvanomètre de 30 degrés, et le second de 6 environ. J'ai mis ensuite en communication les deux appareils; mais de manière que les deux courans respectifs fussent dirigés en sens contraire; et il n'y eut pas le moindre indice de mouvement dans le galvanomètre.

Si la différence d'effet des deux appareils fût provenue, non-seulement de la faculté différemment conductrice des deux liquides, mais aussi d'une différence de tension, occasionée par l'inégalité d'action chimique exercée par les liquides sur les métaux, le galvanomètre n'aurait pas manqué d'en donner l'indice. L'inégalité d'action chimique ne donne donc naissance, en ce cas, à aucune différence de tension.

On dira peut-être que les liquides employés dans cette expérience et dans d'autres essais semblables n'exerçaient aucune action chimique sur les métaux : alors nous demanderons d'où procède l'électricité. Peut-être objectera-t-on que, malgré des actions chimiques différentes des deux liquides, les tensions électriques doivent être égales. Alors il restera à expliquer comment la tension électrique ne varie pas quand l'action chimique varie, si l'on veut absolument que la cause de cette tension consiste dans l'action chimique. On prétendra peut-être que l'action chimique, plus énergique, ne fait que mettre en mouvement une quantité plus grande de fluide électrique, sans altérer nullement la tension, comme il arrive quand on augmente la surface des couples électromoteurs ? Mais cela ne serait admissible que dans le cas de deux liquides, dans lesquels la substance qui agirait sur les métaux différerait seulement en quantité, non quand on emploie deux conducteurs de seconde classe de nature différente. Comment pourra-t-on admettre, par exemple, que la tension électrique, développée par l'action de l'eau pure sur le cuivre et sur le zinc, équivale à celle que développe l'action d'un sel, d'un alcali ou d'un acide, sur les mêmes métaux ?

34. Mais à l'argument contre la nouvelle théorie que je puise dans la constance des tensions observées dans les appareils d'un nombre égal de couples et d'égale nature quand ils sont montés en liquides différens, on répondra probablement que le dérangement de l'équilibre électrique qui arrive dans chaque élément de l'électromoteur voltaïque ne résulte point de l'action plus ou moins forte que le liquide exerce sur les

métaux, mais bien de la différence qu'il y a entre l'action chimique exercée sur un métal, et celle exercée sur l'autre; et qu'en conséquence cette différence étant constante, quelle que soit du reste l'énergie du liquide, la tension de l'appareil doit être également constante.

Je ne dirai point ici à qui me ferait une semblable objection, que, si la différence constante de ces actions chimiques n'est démontrée que par la constance des tensions électriques, la nouvelle théorie aboutit à un cercle vicieux : au lieu de cela, je décrirai une expérience dans laquelle, quoique la différence d'action chimique sur les deux métaux qui composent deux électromoteurs soit évidemment inégale, il y a cependant égalité entre les tensions.

J'ai rempli huit verres d'eau distillée et huit autres verres d'acide sulfurique affaibli; je les ai rangés sur une ligne de manière qu'un verre d'eau et qu'un verre d'acide se succédaient alternativement. Un couple voltaïque fut mis, le zinc dans le premier verre d'eau, et le cuivre dans le premier verre d'acide. Un second couple fut placé, le zinc dans le second verre d'eau, et le cuivre dans le second verre d'acide, et ainsi successivement. Je fis communiquer le premier verre d'acide avec le second verre d'eau au moyen d'une mèche d'amiante imbibée d'eau, et de la même manière le second verre d'acide avec le troisième verre d'eau, etc. On avait ainsi un électromoteur de huit couples, dans lequel les plaques de zinc plongeaient dans l'eau, et celles de cuivre dans l'acide sulfurique. Toutefois la tension de cet appareil ne fut pas différente de celle d'un autre appareil semblable en tout au premier, si ce n'est que

les verres étaient tous pleins d'eau distillée. Or, la différence entre l'action chimique exercée par l'eau sur le cuivre, et celle que l'eau exerce sur le zinc n'est certainement pas égale à la différence qui existe entre l'action exercée par l'eau sur le zinc, et celle exercée sur le cuivre par l'acide. D'où vient donc que les tensions sont égales dans les deux appareils ?

35. L'explication donnée par M. de La Rive, des effets de la pile provenant du nombre des couples, est aussi très-ingénieuse. « Quant à l'effet du nombre des plaques relativement à la tension (Extrait cité, p. 321), il est facile de l'expliquer : les deux principes électriques, accumulés aux deux pôles d'une pile, tendent à se neutraliser réciproquement ; et quand les pôles ne sont réunis par aucun conducteur, c'est la pile même qui leur sert de conducteur pour qu'ils viennent l'un et l'autre à se rencontrer. Ainsi aucune des électricités ne pourra outre-passer une certaine tension, dont l'énergie dépendra de la facilité plus ou moins grande que l'appareil voltaïque présentera à la transmission des deux fluides ; et l'on a déjà démontré que plus le nombre des plaques à traverser est considérable, plus la résistance est grande et la transmission difficile. Par conséquent l'électricité, accumulée à l'une des extrémités de la pile, n'affectera le condensateur qu'en tant que la pile même sera composée d'un nombre de couples tel que la résistance opposée par l'appareil à la réunion des deux fluides sera suffisamment grande pour que la tension de chacun d'eux devienne sensible. »

Mais ici qu'il me soit permis de demander si cette tendance des fluides électriques à courir se neutraliser

par deux chemins, l'un que lui présente l'électromoteur, et l'autre que lui offre le conducteur qui en réunit les pôles, nous devons l'admettre aussi dans les électromoteurs élémentaires, ou seulement dans les composés. Si l'on répond qu'on doive l'admettre aussi dans un seul couple, il restera à expliquer comment les deux électricités n'évitent point de passer par le conducteur humide, l'autre voie, qui est immensément plus conductrice parce qu'elle est métallique, leur étant ouverte. Si l'on répond ensuite que cette tendance à se neutraliser par deux chemins doit s'admettre seulement dans l'électromoteur composé, il restera alors à expliquer comment naît en lui cette propriété, si les élémens dont il est composé en sont tous privés.

On dira peut-être alors que la quantité des deux principes électriques développés par l'électromoteur simple est très-grande, que la plus grande partie prend précisément la voie métallique pour aller se neutraliser, et que par la réunion des couples la tension s'accroît d'autant que la quantité qui, dans ce cas, peut passer par l'électromoteur même diminue. Mais je dois alors rappeler que les alternatives des conducteurs humides et métalliques peuvent bien diminuer la quantité de fluide électrique qui, dans un temps donné, parcourt un appareil, mais ne peuvent altérer le moins du monde la tension de l'appareil même.

En second lieu, si, quand le circuit dans une pile est fermé, il y a deux courans qui se meuvent en sens contraire de ce qu'on admettait jusqu'à présent, je demanderai pourquoi on ne peut pas en avoir le moindre indice? Nous savons que, si l'on fait communiquer

entre eux les pôles d'une pile, cette pile, par l'action que le courant exerce sur les lames, diminue de puissance; et que, si l'on fait parcourir cette même pile à un courant contraire, sa puissance augmente (1). Mais que le circuit soit fermé avec un conducteur beaucoup plus imparfait encore que la pile (telle que serait, par exemple, une série d'alternatives humides et métalliques en quantité plus considérable que le nombre des couples qui composent la pile même), on y observe toujours un affaiblissement. En conséquence, ou lesdits courans contraires n'ont point lieu dans la pile, ou au moins paraît faux ce qui est dit à la page 322 de l'Extrait cité, savoir : « que la proportion plus ou moins grande d'électricité qui passe par le conducteur unissant les extrémités de la pile dépend du rapport qui existe entre sa propre conductibilité et celle de la pile. »

Je trouve ensuite une assez grande difficulté à admettre que les deux principes électriques tendent à reculer dans la pile pour aller se neutraliser, tandis que la vertu de cet appareil consiste justement dans sa tension à accumuler l'un de ces principes au pôle positif, et l'autre au pôle négatif.

Enfin une autre difficulté se présente à moi, lorsque j'observe que, en admettant l'explication de M. de La Rive, il semble qu'on ne devrait jamais trouver aucune

---

(1) Voyez le § 21 du Mémoire sur la perte de tension qu'éprouvent les électromoteurs quand on tient le circuit fermé. (*Journal de Physique* de Pavie, 1827. — *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXIII.)

tension au pôle au moyen du condensateur, puisque, quelque grand que soit le nombre des couples de la pile, elle offrira toujours au fluide électrique un conducteur beaucoup meilleur que celui que lui offre la couche isolante du condensateur ; mais supposons cependant que cette faculté conductrice quelconque que possède le condensateur suffise, ou que sa capacité supplée à son défaut : dans ce cas, on peut, à la vérité, rendre raison en quelque sorte de ce que la tension d'un appareil composé d'un nombre donné de couples se maintient constante, quoique la qualité du conducteur liquide varie. En effet, si, en employant un liquide qui attaque plus les métaux, on doit avoir, suivant la théorie électrochimique, une plus grande tension, comme un tel liquide est aussi meilleur conducteur, on en vient ainsi à constituer un électromoteur, dans lequel le fluide électrique peut reculer avec plus de facilité, et ne laisse voir en conséquence, à ses pôles, que la même tension.

Il est du reste très-facile de faire des expériences, à l'explication desquelles cette nouvelle hypothèse ne semble pas encore suffisante.

36. Ayant observé la tension d'un électromoteur à couronne de tasses monté avec de l'eau de pluie, je disposai les couples dans des tasses plus grandes, et de manière que la surface humide également d'eau de pluie, interposée entre chaque couple, était cinq ou six fois plus grande, et quoique la résistance que l'électricité devait trouver à se mouvoir dans l'appareil fût alors beaucoup plus considérable, cependant la tension ne se trouva accrue en rien.

Pour rendre encore plus difficile la transmission du

fluide électrique, je montai une couronne de huit couples qui manifestait à l'électromètre muni du condensateur une tension de 12 degrés; j'interposai ensuite entre chaque couple six verres contenant de l'eau, et communiquant entre eux et avec les tasses où étaient lesdites paires, au moyen de petits arcs de cuivre; de manière qu'on avait un appareil de cinquante-six couples, huit desquels étaient actifs; et les quarante-huit autres ne présentaient que des alternatives de conducteurs humides et métalliques, qui, comme il est bien connu, rendent très-difficile le passage du fluide électrique. Mais la tension fut encore de 12 degrés, ni plus ni moins.

Le courant électrique de ces huit couples montés avec de l'eau de mer se ralentissait tellement par l'adjonction de quatre-vingts alternatives faites avec l'eau de mer et des arcs de cuivre, qu'il ne produisait plus la moindre saveur sur la langue, n'excitait plus de convulsions dans la grenouille, et ne produisait aucun effet sur l'électromètre; mais la tension était encore de 12 degrés.

J'ai porté les alternatives ajoutées au même électromoteur, jusqu'à trois cent dix, sans apercevoir aucune augmentation dans sa tension. Il en fut de même quand, dans les alternatives ajoutées, on fit usage d'un liquide plus ou moins conducteur que celui qui était interposé entre les couples électromoteurs.

Je fis encore des expériences semblables à celles-ci avec des appareils de cinq, de trois et de deux couples, et avec des résultats analogues. Combien ne doit point croître la difficulté de transmission de l'électricité excitée par deux seuls couples, quand entre l'un et l'autre sont

interposés trois cent dix couples inactifs? Et cependant, pour ce qui regarde la tension, il en est tout comme si ce grand obstacle au passage de l'électricité n'existait pas. Il semble donc qu'on puisse conclure que l'énergie de la tension ne dépend point de la facilité plus ou moins grande que l'appareil voltaïque présente à la transmission des deux principes électriques ; et en conséquence que les rétrocessions imaginées par M. de La Rive, ou n'existent pas, ou n'ont aucune influence sur la tension des électromoteurs.

37. Le phénomène de la décomposition de l'eau est expliqué par M. de La Rive, dans la supposition que les deux principes électriques ont toujours, pour se réunir, deux routes différentes, savoir : l'appareil voltaïque même, et le conducteur qui en réunit les extrémités. Le rapport qui existe entre la conductibilité de ce conducteur et celle de la pile varie-t-il? Suivant M. de La Rive, la proportion d'électricité qui passera par le conducteur lui-même devra également varier, et par conséquent aussi la force décomposante de l'appareil. (Extrait cité, p. 322.) Cependant on peut voir, dans l'expérience suivante, qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Un appareil à couronne de tasses de quatre-vingts couples décomposait l'eau assez promptement au moyen de deux fils platine placés aux deux pôles ; et plongés dans un tube recourbé contenant de l'eau. J'adjoignis à l'appareil vingt couples inactifs, comme dans l'expérience du paragraphe précédent ; la décomposition fut bientôt moins rapide, quoique j'eusse tenu le circuit ouvert un temps suffisant pour que l'appareil acquît la force perdue pendant que le circuit était fermé. La décomposition

se fit encore plus lentement en adjoignant vingt autres couples inactifs ; et enfin, la force décomposante s'évanouit presque entièrement, après l'adjonction de soixante autres couples semblables.

La conductibilité de l'appareil était diminuée, tandis que celle du conducteur qui réunissait les pôles était la même qu'auparavant. Pourquoi donc l'électricité ne préférait-elle point alors passer par ce conducteur en plus grande abondance, et par conséquent le décomposer plus rapidement ? Pourquoi le contraire avait-il lieu ? Le phénomène de la décomposition de l'eau est du nombre de ceux qui dérivent non-seulement de la tension, mais aussi de la rapidité de la circulation électrique ; en conséquence, si l'une ou l'autre vient à diminuer, toutes choses égales d'ailleurs, la force décomposante de l'appareil faiblit pareillement.

Si l'on rompt un électromoteur de cent couples en trois ou quatre points situés à une distance quelconque les uns des autres, et qu'à chaque rupture on adapte un appareil pour la décomposition de l'eau, l'on verra que la quantité de gaz qui se développe dans un temps donné est partout égale. Peut-être ce fait ne peut-il pas non plus se concilier avec les rétrocessions de M. de La Rive.

38. Je n'entends pas, du reste, nier entièrement l'existence de ces rétrocessions, surtout ne connaissant point encore les expériences faites par M. de La Rive sur cet objet. Il me suffit seulement de pouvoir inférer des expériences ci-dessus décrites, que, même en admettant ces rétrocessions, les phénomènes des électro-

moteurs composés ne peuvent encore s'expliquer tous avec la théorie électrochimique.

Par conséquent, la conclusion générale de ce Mémoire est que la théorie électrochimique, soutenue avec tant de talent par M. de La Rive, ne suffit point pour l'explication des phénomènes des électromoteurs voltaïques, tant simples que composés.

A cette conclusion je me permettrai d'ajouter que, quand même la théorie de Volta serait une pure hypothèse, c'est-à-dire, si elle ne reposait pas sur des faits incontestables, ou si l'accord qu'on observe entre ces faits et les phénomènes des piles était simplement fortuit, cependant, comme elle offre une explication facile de tous les phénomènes, elle serait préférable à la théorie électrochimique, qui ne donne point une explication plausible de beaucoup de ces phénomènes. Mais, par la théorie de Volta, on ne doit pas entendre, comme le font quelques personnes, celle de la pile ordinaire, qui n'est qu'un cas spécial de la théorie générale des électromoteurs que Volta enseigna plusieurs années avant d'inventer la pile même. Dans la théorie voltaïque que nous rappelons ici, on considère le courant électrique excité par un électromoteur, comme la résultante des courans simples que tendent à produire les circonstances variées, ou les forces électromotrices qui sont en conflit dans l'électromoteur même; tel est le contact des métaux entre eux ou avec les liquides, le contact des différens liquides, etc. Et il est si peu vrai que Volta ait considéré comme oisive dans les électromoteurs l'action qui naît du contact des liquides avec les métaux, qu'il fit voir, dans un assez grand nombre

d'expériences, que cette action peut même prévaloir sur celle qui naît du contact de deux métaux, quoique d'ordinaire cette dernière soit plus puissante que l'autre. C'est justement en cherchant à rendre ces forces conspirantes, que les sectateurs de Volta donnèrent aux électromoteurs une plus grande énergie. Ainsi M. le professeur Zamboni, en faisant conspirer l'action électromotrice des conducteurs de deuxième classe avec celle des conducteurs métalliques, donna à ses piles sèches une force qu'autrement on n'aurait jamais pu obtenir. Ainsi M. Ridolfi imagina un appareil à couronne de tasses plus actif que les autres, en faisant plonger les lames de zinc dans une solution alcaline, et celles de cuivre dans un acide affaibli. Ainsi M. Becquerel enseigna comment on peut obtenir des courans électriques d'une force constante, en faisant conspirer les courans excités par le contact des métaux avec ceux qu'il a vus engendrés par l'action chimique des différens acides sur les métaux mêmes.

Quel est le phénomène général d'où dérivent tous les phénomènes électriques? C'est une chose que les physiciens cherchent encore. Peut-être consiste-t-il dans l'action mécanique que les corps exercent quand on les met en contact les uns avec les autres, suivant l'opinion de M. le professeur Configliachi, lequel soutint toujours avec une grande vigueur, et dans ses écrits et dans ses leçons, la théorie de son immortel prédécesseur. Peut-être consiste-t-il dans l'action chimique que les corps exercent dans la même circonstance, suivant l'opinion de MM. Parrot et Heidmann. Peut-être réside-t-il dans les dérangemens d'équilibre de température qui ont lieu dans les différentes circonstances où se développe

l'électricité, comme le croient M. le professeur Dal Negro (1) et M. le chevalier Nobili. Peut-être le trouvera-t-on dans la tendance de la matière à se diviser et à se subdiviser quand elle est réduite à une extrême ténuité, tendance démontrée par les expériences si belles, si originales de M. Fusinieri (2), et qui nous fera peut-être un jour regarder comme autant de phénomènes de mécanique moléculaire, non-seulement les phénomènes électriques, mais tous ceux que nous sommes maintenant obligés d'attribuer à la présence de fluides impondérables ou hypothétiques.

Mais bien que l'on soit encore loin du moment où l'on pourra démontrer que tous les phénomènes électriques dérivent d'un seul fait, cependant leur importance est telle que la possession d'une théorie, même pour une seule classe d'entre eux, telle que celle des phénomènes voltaïques, est aujourd'hui justement regardée comme une chose de grande importance. C'est pour cela que, si je pouvais me flatter de contribuer aussi même indirectement à éclaircir les doutes qui nous restent encore sur la théorie des électromoteurs, je croirais avoir bien employé mon temps dans ce travail.

---

(1) L'illustre professeur de Padoue, que je cite ici, soutint cette opinion dans un Mémoire lu, il y a déjà plusieurs années, à l'Institut royal du royaume Lombardo-vénitien. Je ne sais pas, du reste, si ce Mémoire a jamais été imprimé.

(2) Mémoire sur la nature des courans électriques. (*Bibliothèque universelle*, t. XXXVII, p. 118.)

SUITE.

Sur *la Fabrication du verre d'optique.*

Par M. Faraday.

(14) *Purification des matières.*

Oxide de plomb.

L'oxide de plomb dont on se servit d'abord fut la litharge; mais c'était pour les cuvettes de platine une cause fréquente de destruction : les parties de plomb métallique s'alliant au platine rendaient ce dernier métal fusible. Lorsque le plomb rouge fut substitué à la litharge, le même effet eut lieu, dû également à la présence des parties de matière carbonée désoxidante.

Mais ces substances contenaient aussi tant de fer et et d'autres impuretés, qu'elles donnaient une couleur bien plus prononcée que celle que l'on attendait de leur présence : cette circonstance s'expliqua plus tard. On trouva également trop impur le carbonate de plomb. Finalement, on purifia tout l'oxide de plomb nécessaire, en le convertissant en un nitrate, et en le cristallisant une ou deux fois, selon le besoin.

(15) A cet effet, on lave d'abord la litharge; cette opération sépare beaucoup de particules noires carbonées et ferrugineuses. On la dissout ensuite dans de l'acide nitrique affaibli, de manière à former une solution saturée et chaude; l'opération se fait dans des vaisseaux d'argile bien propres. On a essayé et l'acide entièrement pur et l'acide affaibli, sans trouver une différence

sensible dans les résultats. Un peu d'acide sulfurique ne paraît pas nuisible ; et je suppose que le sulfate de plomb se dissoudra parfaitement dans le verre ; quant à l'acide muriatique, on l'a toujours évité. Comme l'acide, l'eau et la litharge agissent les uns sur les autres par la chaleur due soit à un agent extérieur, soit à l'action chimique qui a lieu, on trouve qu'en approchant de l'état neutre, le liquide devient trouble.

Il faut alors séparer la solution saturée de la litharge restante et du nitrate de plomb non dissous, et après quelques momens de repos, la séparer encore du sédiment, puis la mettre à cristalliser dans un lieu frais. Cependant on doit auparavant examiner son acidité : si elle agit fortement sur le papier réactif, elle est à l'état convenable ; dans le cas contraire, on ajouterait un peu d'acide nitrique, car les cristaux de nitrate ont toujours été compacts et purs dans de telles circonstances, et plus facilement séparables de la matière insoluble.

(16) Après 18 ou 24 heures, il faut examiner les bassins de cristaux ; la liqueur-mère limpide doit être décantée avec soin ; les cristaux séparés dans les bassins, et lavés ensuite à plusieurs reprises avec la liqueur-mère claire et chaque fois renouvelée jusqu'à ce qu'on se soit débarrassé de tous les dépôts de matière insoluble. Il y aura généralement une partie de dépôt.

Mais quand on aura bien employé ce procédé, les cristaux en seront entièrement dégagés.

S'ils paraissent d'un blanc parfait ou légèrement bleuâtre, ils n'ont pas besoin d'une nouvelle cristallisation ; mais, s'ils sont jaunes, il faut les faire dissoudre

dans l'eau, ajouter un peu d'acide nitrique et renouveler la cristallisation.

Le nitrate existant dans les eaux-mères et les lessives serait purifié par des opérations répétées.

(17) On doit laver les bons cristaux dans trois ou quatre eaux, pour les débarrasser de tous les dépôts et de toutes les impuretés solubles qui pourraient y adhérer; mais, pour éviter de trop dissoudre le nitrate, on peut employer les mêmes eaux pour plusieurs bassins lavés en même temps, en les faisant passer successivement d'un vase dans un autre. Ainsi nettoyés, il faut les faire égoutter, les mettre sur le bain de sable, les remuer et les dessécher, enfin les conserver dans des bouteilles de verre. Par ce procédé, on se débarrasse de beaucoup de fer et de sulfate de plomb; et le nitrate purifié donne un verre bien supérieur en couleur à celui qui est préparé avec les oxides ordinaires de plomb, et qui n'exerce pas la moindre action sur le platine. Son usage fit cesser tous les accidens qui provenaient de la présence du plomb métallique. Dans l'oxide, un poids de 166 parties est regardé comme équivalent à 112 parties de protoxide de plomb.

(18) *Acide boracique*. On recevait du fabricant l'acide boracique à l'état de pureté; mais, avant d'en faire usage, on l'examinait avec soin.

On le refusait quand il n'était pas en cristaux d'un blanc parfait ou bleuâtre, purs et entièrement solubles dans l'eau. On éprouvait la dissolution sous le rapport du fer, par le ferroprussiate de potasse et une goutte d'acide sulfurique; et, relativement à d'autres impuretés métalliques, par un peu de solution d'hydrogène sulfuré.

Une once ou deux étaient chauffées et dissoutes dans un peu d'eau ; la dissolution refroidie, la partie soluble était séparée ; et examinée, quant à l'acide sulfurique, par quelques gouttes de nitrate de baryte et un peu d'acide nitrique.

Le traitement pour la soude s'opérait en en dissolvant trois ou quatre onces dans de l'eau chaude, ajoutant dix ou quinze gouttes d'acide sulfurique, laissant refroidir et cristalliser le tout, décantant l'eau-mère des cristaux ; la concentrant ; la cristallisant de nouveau ; puis agissant sur les eaux-mères, obtenues la seconde fois par un alcool concentré, et continuant les lotions avec le dernier fluide jusqu'à dissolution entière, ou jusqu'à ce qu'il ne restât qu'une partie insoluble.

Dans ce dernier cas, on examinait si la substance insoluble ne contenait pas du sulfate de soude, dont la présence en quantité un peu sensible était la condamnation de l'acide boracique.

Cette attention à rechercher l'alcali dans l'acide boracique résultait de l'observation qu'on avait faite de certains mauvais effets arrivés aux verres, et dont la cause paraissait devoir être attribuée à sa présence.

(19) Quand la pureté de l'acide boracique était bien reconnue, on regardait le poids de 96 parties de cristaux comme équivalant à 24 parties, ou une dose de la substance sèche.

(20) *Silice.* Cette matière est à l'état le plus convenable, quand elle fait partie d'une combinaison consistant en deux parties de silice et une d'oxide de plomb. Comme néanmoins la silice dont j'ai fait usage était le sable du fabricant de *flint-glass*, tiré de la côte de Norfolk,

bien lavé et calciné, le silicate fut préparé en mêlant 2 parties de ce sable avec une de litharge, ou avec une quantité de nitrate de plomb, équivalant à une de litharge; le mélange fut mis dans un vaste creuset hessois ou de Cornouailles qu'on recouvrit, qu'on plaça dans un fourneau, et qu'on porta au rouge bien vif pendant 18 ou 24 heures. Lorsqu'on retira le creuset, on trouva la composition diminuée quelque peu de volume, ayant une cristallisation poreuse et d'une apparence semblable au sucre en pain. Elle fut tirée du creuset, les parties extérieures mises de côté, et les portions pures pulvérisées avec soin dans un mortier de Wedgwood bien propre. La poudre fut alors lotionnée de manière à obtenir une division parfaite de la masse; après quoi on la fit sécher et on la déposa dans des bouteilles.

Dans ces dernières opérations, il ne faudrait pas se servir de crible, ni mettre en contact avec la substance aucune matière métallique ou désoxidante. On doit prendre tous les soins possibles pour éviter les souillures. 24 parties du poids du silicate équivalent à 16 parties, ou une dose de silice, et à 8 parties de protoxide de plomb.

L'avantage de la silice, dans cet état de combinaison, repose sur la composition connue de la substance, sur sa pulvérisation comparativement facile, et sur sa prompte fusion avec les autres matières.

On peut objecter qu'il y a du fer dans la silice (et dans la litharge quand on l'emploie); et les essais pour les débarrasser n'ont été différés qu'afin de pouvoir continuer la recherche d'un point plus important : un procédé qui réussit. Quelques courtes expériences m'ont

conduit à croire qu'on obtiendra une source irréprochable de silice, en traitant ce silicate, très-divisé, par l'acide nitrique et par l'eau, ou autrement en se servant du cristal de roche.

(22). Dans quelques occasions, je me servis de *flint-glass* pulvérisé, comme contenant beaucoup de silice. Ayant déjà été mis en fusion, il devait posséder un avantage sur d'autre silice par sa prompte combinaison avec les autres matières. On ne s'inquiéta pas de la présence de l'oxide de plomb, et on souffrit l'alcali comme une substance qui probablement ne nuirait pas. Mais il arriva un effet bien remarquable, effet qui montra la nécessité de n'employer que des matières parfaitement pures. Le verre, quand il fut affiné et refroidi, était de couleur pourpre foncé; ceci fut tout de suite attribué au manganèse du *flint-glass*. Supposition démontrée en répétant l'expérience avec d'autre *flint-glass*; et ensuite avec du *flint-glass* de notre propre manufacture, dans lequel on n'avait pas employé de manganèse; ce dernier verre n'offrit point de couleur pourpre; celui de la seconde expérience en avait présenté une teinte aussi foncée que le premier.

(23) Il paraît donc que ce verre très-pesant, le borate de plomb silicaté (et je crois que d'autres verres pesans sont dans le même cas), a, pour développer la couleur des substances minérales, un pouvoir aussi supérieur au *flint-glass*, que la puissance de ce dernier verre l'emporte sous ce rapport sur celle du *crown* et du *plate-glass*. Dans le cas en question, le manganèse, qui ne donnait pas une teinte sensible au *flint-glass*, produisit une couleur foncée quand il fut une partie huit ou neuf fois

plus faible dans le verre pesant, car la proportion du *flint-glass* employé était seulement les $\frac{10}{85}$ du tout. En faisant quelques expériences avec le fer, j'ai trouvé qu'il développait cette même couleur foncée dans ces verres pesans ; si bien que les plus grands soins sont nécessaires pour préserver de souillure métallique toutes les matières durant leur préparation, et le verre à toutes les époques de l'opération.

(24) On pouvait aussi critiquer l'usage du *flint-glass*, même sans manganèse, à cause de l'alcali qui y existe, lequel, comme on l'a précédemment rapporté, produit de mauvais effets, et rend le verre qui le contient très-sujet à la graisse.

(25) Telles sont les matières avec lesquelles nous avons, en dernier lieu, fabriqué notre verre d'optique pesant.

Quand la composition fut bien arrêtée, les proportions et les quantités convenables de chaque matière furent pesées dans des balances et dans des vaisseaux bien propres ; ainsi, pour le verre de borate de plomb silicaté, composé de simples proportions de chaque substance, on prit 24 parties de silicate ; car elles contiennent une quantité de silice égale à 16 parties, plus 8 parties de protoxide de plomb ; la proportion de l'oxide de plomb a été considérée comme équivalant à 112 parties ; mais comme il y en a 8 dans le silicate, il n'est besoin dans le nitrate de plomb que d'une quantité égale à 104 parties ; ceci fait 154.14 parties de nitrate ; l'équivalent de l'acide boracique sec est 24, quantité qui se trouve contenue dans 42 parties des cristaux ; cette quantité est donc la seule requise. Ces proportions, chauffées

et soumises à leur action mutuelle, donneront seulement 152 parties de verre, ou à peu près; car 154.14 nitrate de plomb contiennent 104 protoxide de plomb; 24.00 silicate de plomb contiennent :

8 protoxide de plomb;
16 silice;

42.00 acide boracique cristallisé contiennent.... 24 acide boracique sec.

152 verre.

On peut par là calculer facilement les matières propres à produire une certaine quantité de verre; si les parties ci-dessus étaient des onces, le résultat serait environ 9 livres de verre. Il faut briser en petites parcelles le nitrate de plomb dans un mortier très-propre, bien mêler avec lui les autres ingrédiens dans les bassins, en évitant avec soin de se servir de métal ou d'ustensiles sales.

(26) Le mélange est ensuite liquéfié et converti en fritte; cette opération préliminaire est nécessaire, parce que, à cause de la quantité de vapeurs qui se dégagent à ce moment de l'opération, la matière, si elle était mise tout de suite dans le vaisseau et le four d'affinage, pourrait déborder et faire du tort; en outre, la nature acide des vapeurs même, si elle ne causait point de mal en agissant sur le fer environnant et sur d'autres parties du fourneau, serait au moins incommode.

Cette opération se fait dans un fourneau qui sera particulièrement décrit dans l'appendice de ce Mémoire.

Il suffira ici de dire que, comme c'est un fourneau fermé, la partie immédiatement contiguë au foyer forme une chambre horisontale couverte en dessus par une

plaque en fer percée de larges trous circulaires ; ces ouvertures reçoivent les creusets qui reposent sur le fond de la chambre, et dont les bords s'élèvent au-dessus de la plaque de fer supérieure. De cette manière, le feu agit également sur les creusets, tandis que leurs bouches sont entièrement au dehors du fourneau ; le feu ne peut donc y introduire aucune impureté colorante ou désoxidante, et l'on obtient la plus grande facilité pour introduire la matière, pour surveiller sa fusion, pour *mâcler* le verre, enfin pour le *tréjeter*. Les *ouvreaux*, au travers desquels les creusets sont introduits, sont au nombre de cinq ou six ; ils ne sont jamais employés tous à la fois, et ceux dont on ne se sert pas sont fermés avec des couvercles de creusets. La chaleur n'est pas entièrement le produit de la flamme ; mais, tandis qu'on alimente le foyer avec du charbon, on garnit les intervalles que les creusets laissent entre eux, de coke qu'on introduit et dispose dans ce but ; opération qui se fait par les ouvreaux inoccupés. Le dessus en fer du fourneau est couvert par une seconde plaque de fer, ou, ce qui vaut mieux, par des plateaux en terre cuite, pour conserver la chaleur. Les creusets sont en pure argile à porcelaine, et aussi minces que possible ; leurs couvercles sont des vaisseaux à évaporation, beaucoup plus larges que les ouvertures des creusets ; retournés sens dessus dessous, ils reposent, quand ils sont en place, sur les plateaux en terre cuite voisins ; ils ne touchent pas aux creusets, mais ils s'opposent à ce que rien ne tombe dans les pots, et empêchent le passage des vapeurs dans la chambre. Les vapeurs sont entraînées par le tirage de la cheminée, le

long du creuset dans le fourneau, et emportées au haut du tuyau, de manière à ne point nuire à l'opérateur. Chaque couvercle est garni d'un fil de platine qui en traverse diamétralement la partie extérieure ; ce fil a chacune de ses extrémités fixée aux bords du couvercle, de manière qu'une verge en fer, dont l'un des bouts est légèrement recourbé, suffit pour l'enlever quand le creuset doit être découvert.

Il faut toujours avoir grand soin de ne placer les couvercles que bien propres, et éviter, en les ôtant, de ne rien laisser tomber dans le verre.

(27) On a trouvé que ce fourneau produisait un grand effet ; comme le haut tuyau, auquel il est réuni, est muni d'un registre, on est entièrement maître de la température. Avant de faire usage des creusets, on examine s'ils sont bien sains ; on élève ensuite graduellement la température, qui ne devrait pas être au-dessus de la chaleur rouge foncé quand l'opération commence. On y introduit alors le mélange précédemment décrit (25), et on couvre le creuset ; la décomposition du nitrate de plomb commence aussitôt.

L'acide boracique perd son eau ; tous les élémens fixes s'unissent, et il est remarquable que, quoiqu'une quantité considérable d'acide boracique se volatilise ordinairement avec l'eau quand elle est expulsée de ses cristaux sans mélange d'autres substances, néanmoins on aperçoit à peine alors une trace d'évaporation, à cause de la présence de l'oxide de plomb.

(28) Il ne faut pas alors trop élever la chaleur, ni presser l'opération ; l'ébullition se développera par

degrés et convenablement; la fritte se convertira graduellement en verre.

Avant que la fusion de la première fonte ne soit entièrement opérée, on enfourne une seconde fois, puis quelquefois une troisième, suivant la quantité du verre et l'état du creuset. Quand la fusion est complète, on laisse élever la température, pas trop pourtant, de peur qu'elle ne vienne à agir trop vivement sur le creuset; alors on agite et l'on mêle bien le verre à l'aide d'un râteau ou râble en platine, qu'on décrira plus loin.

Enfin le verre est tréjeté, à l'aide de poches en platine, dans des cuvettes grossièrement fabriquées avec des feuilles de vieux platine, ou dans un vaisseau en terre de pipe profond, propre et contenant beaucoup d'eau distillée. Dans ce dernier cas, on l'obtient divisé; et, quand il est égoutté, on le fait dessécher sur le bain de sable, et on le renferme dans des bouteilles propres.

(29) Après qu'on a transvasé le verre, le creuset, si on en a soin, servira pour une seconde, troisième, quatrième, en un mot, pour plusieurs opérations; mais il faut bien examiner s'il n'a pas de crevasses ni d'accidens, afin de prévenir la fuite du verre dans le fourneau, et, s'il est nécessaire, prendre un autre vaisseau.

(30) Le verre brut, ainsi préparé, est, dans l'opération suivante, converti en plateau affiné et reçuit. Il faut donc en fixer les dimensions, et nous le supposerons avoir 7 pouces carrés et $0^{pouc.}.8$ d'épaisseur, ces dimensions étant celles du plus grand plateau fait jusqu'ici. Pour fabriquer un vaisseau convenable en platine, on prendra une feuille de ce métal de au moins 10 pouces carrés; plus large, il ne faudrait pas la cou-

per, mais en faire une cuvette dont les rebords seraient plus élevés qu'il n'est absolument nécessaire, ou l'employer d'abord à la fabrication d'une table de verre plus grande que celle que nous allons décrire. Son épaisseur devrait être telle qu'il pesât au moins 17,5 grains par pouce carré; il est important de choisir un bon lingot, ou le bon côté d'un lingot de platine, de le cylindrer graduellement et avec beaucoup de soin, en évitant la formation des trous qu'y occasione l'adhésion de particules étrangères et dures, ou le déchirement du métal dans les cylindres.

On obtient mieux, je crois, la perfection désirable en cylindrant le platine entre deux planches de bon cuivre bien propres.

(31) Le plateau étant posé sur un linge ou sur du papier propre, recouvrant une table polie, il faut le nettoyer avec un linge et un peu d'eau ou d'alcool, puis en exposer toutes les parties au feu d'une forte lampe à l'esprit-de-vin; on l'examine ensuite soigneusement en s'attachant aux endroits de sa surface où il paraît exister des trous.

Si le métal semble avoir été sillonné dans quelque place, effet indiqué par des aspérités à sa surface, ou par de courtes lignes parallèles entre elles, mais perpendiculaires à la marche du cylindre, on fait une marque à l'encre dans cet endroit; quand on aperçoit une partie écaillée ou présentant l'apparence d'un pli, il faut également y mettre une marque. Y voit-on une tache noire (il y en a quelquefois de formées par l'adhésion de quelque ordure ou d'un grain de sable), on l'enlève avec la pointe d'un couteau, et on y fait une marque. Toutes

ces places et la surface entière du plateau seront alors examinées avec encore plus de soin, en tenant la feuille de métal au devant et très-près d'une lumière vive, telle que celle d'une chandelle ou d'une lampe, dans une chambre obscure, et l'on marquera chaque trou qu'on apercevra. Cet examen doit être fait très-minutieusement et avec beaucoup de soin, en présentant la plaque à la lumière dans différens sens (car quelquefois les trous sont obliques), et il faut se tenir en garde contre les indications trompeuses que peuvent donner les réflexions des objets éclairés, des mains, par exemple, sur la partie située du côté de la figure de l'examinateur. Les marques doivent toujours être faites à une certaine distance du trou (un quart ou un tiers de pouce), et constamment dans la même direction et du même côté; on retrouve alors facilement les trous, et la marque reste pendant la soudure pour guider l'opérateur.

(32) Les trous qu'on a découverts doivent être bouchés avec de petites pièces de platine soudées avec de l'or; car l'or, comme le platine, peut être employé en toute sûreté dans ces expériences, quand on a soin d'écarter les matières désoxidantes. On a fait usage d'or à l'état de division parfaite, où on l'obtient en le précipitant à l'aide du sulfate de fer; mais il ne doit être lavé que parfaitement pur. On forme les pièces en coupant un morceau de feuille de platine neuf bien propre en petites plaques carrées rectangulaires; on obtient ordinairement la chaleur nécessaire à l'opération en se servant d'une lampe à l'esprit-de-vin et d'un chalumeau à bouche. Pour souder, on réunit un peu de poudre d'or sur le trou, on la tasse légèrement avec quelque

instrument propre ; on présente un moment la lampe en dessous, ce qui fait légèrement adhérer l'or ; on place délicatement sur l'or une pièce de platine qu'on a choisie, et alors on darde en dessous contre la place la flamme de la lampe, activée par le chalumeau ; ordinairement l'or se fond et coule en un instant, le contact de la pièce de platine avec la plaque devient intime, et l'opération est terminée. Si elle est bien faite, l'or fondu paraîtra tout le long de la petite arête formée par les bords de la pièce, et légèrement aussi autour du trou sur le côté opposé de la plaque.

(33) Quelquefois, quand la pièce est large ou au milieu d'un plateau, la chaleur obtenue de la manière que nous venons d'indiquer est à peine suffisante pour fondre entièrement l'or, et pour produire une parfaite adhésion. Dans de tels cas, une simple ou double feuille de platine posée librement sur la partie prévient la perte de chaleur du côté de la surface supérieure, et occasione fréquemment une telle élévation de température qu'elle rend la soudure parfaite.

Lorsque cet expédient n'a pas réussi, j'ai eu recours au chalumeau *oxialcoolique*, en adaptant une petite vessie d'oxigène convenablement attachée. Ceci n'a jamais manqué de produire la chaleur nécessaire, et 15 à 20 pouces cubiques d'oxigène suffisent pour beaucoup d'opérations.

(34) Cet emploi de pièces et de soudure n'est bon que pour de petits trous, dont les plus grands donneraient passage à une épingle. Les pièces doivent toujours être mises sur la surface de la plaque qui doit former l'extérieur de la cuvette ; et en conséquence, avant de com-

mencer la soudure, il faut examiner les deux surfaces, et destiner à l'intérieur la plus égale et la plus unie.

Les pièces de platine l'emportent de beaucoup sur l'application qu'on pourrait faire de l'or seul contre les trous ; car la chaleur, à laquelle est exposé le bassin chargé de verre, est plus que suffisante pour fondre l'or ; dans ce cas, s'il n'était point soutenu par la pièce de platine, le poids du verre et l'action du maclage chasseraient probablement l'or du trou, et feraient couler la cuvette ; tandis que la pièce de platine, quoique l'or qui la fixait à la plaque soit liquéfié, y adhère encore par une action capillaire si puissante qu'elle suffit pour la maintenir en place ; et comme elle est du côté de la surface extérieure, elle n'est point dérangée par le râble.

En outre, après avoir été long-temps exposés à la chaleur, l'or et le platine se combinent si parfaitement qu'ils deviennent un alliage blanc, infusible à la chaleur.

(35) La plaque peut alors être façonnée en bassin ; on commence par prendre une pièce en bois mince pour servir de forme ; pour notre exemple, elle doit avoir 7 pouces carrés ; posée sur la plaque, on l'y maintient fortement ; on relève alors la feuille tout autour d'elle ; et si elle était placée au milieu, elle laisserait de chaque côté de quoi faire des rebords de 1 pouce et demi de hauteur. Mais, comme la plaque doit servir plusieurs fois, on pose la forme un peu excentriquement ; car alors, quand on l'emploie pour une seconde et une troisième opération, on peut varier sa position ; et les plis ne se forment pas où ils étaient d'abord, on a moins de

chance de voir des trous dans le platine. Les plis nécessaires aux coins du bassin paraissent surtout devoir rendre ces mêmes parties incapables d'être pliées une seconde et une troisième fois sans rupture ; mais on peut facilement obvier à la nécessité de les avoir à la même place en mettant la forme oblique aux côtés, une fois dans un sens, une seconde fois dans un autre ; ceci offre en outre d'autres avantages quand on termine le pliage des coins. Ces attentions, qui ont pour but la conservation du platine que l'on veut employer plusieurs fois, sont entièrement indispensables, à cause du prix élevé de la matière ; la valeur de la plaque en question est d'environ 6 liv. 10 sch. Quand elle est usée, on peut la vendre environ la moitié de cette somme. Le prix des pièces de verre fabriquées varie selon le nombre de fois qu'un même bassin a pu servir.

(36) Quand la pièce de bois est convenablement placée sur le platine, on relève les côtés perpendiculairement ; ceci produit quatre coins triangulaires saillans et pliés ; on les ploie contre les côtés du bassin, après avoir étroitement serré l'un contre l'autre les deux plis qui forment chacun de ces coins.

On a alors une cuvette carrée qui n'a ni ouverture, ni orifice au-dessous de l'arête de ses bords. Le pliage de ces coins est une opération bien plus importante qu'on ne pourrait le présumer. La plaque est rarement assez régulière, pour que les portions des deux côtés contigus qui se réunissent à l'un des angles soient exactement de même hauteur ; on ne doit même pas désirer qu'il en soit ainsi, et la position non symétrique de la pièce de bois précédemment recommandée, l'empêche

presque à coup sûr. Dans ce cas, l'un des plis du coin sera plus haut que l'autre, et si le coin est appliqué de manière que le pli le moins haut soit du côté du bassin et au-dessous du rebord, il se formera une sorte de siphon qui se chargera de fluide par l'action capillaire, et ne cessera point de faire couler le verre de la cuvette durant tout le temps de la chauffe, quoique, du reste, tous les plis soient bien supérieurs au niveau du fluide. Dans une expérience qui dure long-temps, ceci peut faire le plus grand tort.

(37) J'ai trouvé, même quand les plis d'un coin sont égaux en hauteur, mais cependant au-dessous de l'arête du côté contre lequel ils sont appliqués, que l'action capillaire du siphon se fait encore sentir; il n'est pas difficile d'en saisir la raison; les coins ont donc toujours été pliés de manière que le côté le plus élevé fût contre la cuvette, leurs deux arêtes s'élevant plus que le bord du côté du bassin auquel elles correspondent.

A cet effet, la ligne de flexion formant l'angle du bassin n'est point perpendiculaire au fond, mais inclinée un peu en dehors; et le degré d'inclinaison convenable s'obtient facilement en faisant usage d'un moule sur lequel on plie les coins. Ce moule doit être un épais morceau de bois carré, ayant ses quatre angles coupés suivant divers degrés d'obliquité; quand les coins de la cuvette ont été d'abord formés d'une manière imparfaite, il est facile de s'assurer, par des essais, que l'angle du moule donnera l'obliquité et la position précédemment indiquées comme nécessaires; après quoi, rien de plus aisé que d'achever le pliage sur la forme. Le croquis (n° 1) représente un bon et un mauvais pliage.

(38) Il faut éviter tout ce qui peut occasioner des changemens dans les plis, surtout à un coin.

On doit déterminer les plis d'après la marche du travail, et assez avantageusement pour ne point rendre nécessaires les modifications. Plus les coins sont étroitement pressés, moins est grande la quantité de verre qu'ils contiennent, et il y a moins de risque à la rupture du platine quand on en retire le verre affiné; mais il convient d'éviter un contact trop étendu entre les coins et les côtés contre lesquels ils sont appliqués; sans cela ils se colleraient vraisemblablement pendant le mâclage, et le platine se trouverait avoir souffert pour les expériences suivantes.

(39) Le bassin façonné, on doit derechef examiner s'il n'y a point de trous, d'abord avec une lumière comme précédemment, et puis de la manière suivante: On pose le vaisseau sur une feuille de papier *brouillard*, on y verse avec soin de l'alcool jusqu'à ce que le niveau du liquide soit à un quart ou à un sixième de pouce, au-dessous du bord le moins élevé du bassin, de manière à ce qu'il ne puisse pas déborder.

S'il y a un grand trou, il deviendra visible sur-le-champ; mais, dans le cas où l'on n'en aperçoit pas, on place sur la cuvette, pour prévenir l'évaporation, un large bassin ou quelque autre couvert, de sorte qu'il ne touche ni le vaisseau ni son contenu. On laisse alors le tout tranquille pendant quelques heures. En l'examinant ensuite, l'humidité du papier décélera un trou ou un coin mal plié, et l'endroit où existe le défaut; on change le bassin de place, pour découvrir toutes les places du papier qui sont mouillées.

Quelquefois il existe des trous si petits, que l'alcool ne coule pas à travers en quantité sensible. On examinera les places et les coins suspects à l'aide d'un papier brouillard bien propre et bien sec, qui découvrira bientôt, par son changement d'aspect, le passage de tout fluide; mais il faut être attentif à éviter toutes les fausses indications qui pourraient être données en approchant par négligence le papier des bords supérieurs de la cuvette, surtout aux endroits pliés. Ces petits trous ne font pas beaucoup de mal dans le fourneau, mais on ne doit laisser subsister aucun défaut que du soin peut corriger.

(40) Lorsque le bassin est défectueux, on en retire l'alcool à l'aide d'un petit siphon; on soude les trous de la manière précédemment décrite, et on éprouve de nouveau la cuvette.

Quand elle est reconnue bonne, on la débarrasse de l'alcool, on la chauffe jusqu'à la chaleur rouge à l'aide d'une forte lampe à l'esprit-de-vin, et on la conserve après avec soin dans un endroit propre jusqu'à ce qu'on veuille en faire usage.

(41) Si le platine a déjà précédemment servi, il faut d'abord s'assurer qu'il n'y reste point de verre de l'expérience précédente; s'il y en a, la plaque est replongée dans l'acide affaibli d'où on l'a tirée; dans le cas contraire, on l'examinera sous le rapport des actions chimiques qu'elle peut avoir éprouvées: toute partie qui semble altérée, ou qui se ternit quand elle est chauffée au rouge avec la lampe à l'esprit-de-vin, a été attaquée par l'acide; et, pour peu que cette action ait été intense, la plaque ne peut pas servir une seconde fois. Une expérience conve-

nablement et heureusement faite n'occasione aucune altération chimique.

(42) Il faut ensuite faire l'examen des trous à la chandelle ou à la lampe, surtout aux plis des coins et là où le platine aurait pu se coller; on marquera, comme précédemment, tout ce qu'on découvrira.

On dresse la plaque, en la plaçant entre deux feuilles de papier à lettre, sur une table unie, et en passant dessus l'arête d'un plioir ou quelque autre instrument poli; mais, si l'on fait cette opération quand il y a encore de l'ancien verre adhérent à la plaque, il est presque certain que le résultat lui sera funeste.

Ensuite on bouche et l'on soude les trous, en appliquant les pièces du même côté que précédemment. On pose sur la feuille la pièce de bois qui doit servir au nouveau bassin; on change, s'il est nécessaire, son ancienne position, comme je l'ai recommandé ci-dessus; puis l'on façonne et l'on essaie la cuvette comme précédemment.

(43) Coupez le platine le moins possible; donnez au plateau toute l'étendue que la matière permet.

Alors, quand vous faites une seconde ou une troisième opération, vous vous servez de formes en bois plus petites, et les plis ne se représentent pas à la même place; si quelque accident arrive au métal, comme c'est généralement sur les bords du bassin, le morceau du milieu pourra encore servir à la préparation de plus petites pièces de verre.

Si pour les bassins on a besoin de feuilles de platine tellement grandes qu'elles ne puissent être laminées d'un seul morceau, on peut faire un joint plié qui ne donne aucun passage au liquide en le soudant avec de l'or.

(44) Il faut maintenant une sorte de fourneau différent du premier, pour affiner le verre, et le mettre à l'état de glace recuite.

Ce fourneau sera soigneusement décrit dans l'appendice. Il suffira de dire ici qu'il se compose d'un foyer où l'on brûle du charbon, d'une partie contiguë, servant à la fois de fourneau et de tuyau, dans laquelle on consume du coke; la partie supérieure est une chambre chauffée par le feu, quoique hors de l'atteinte de la flamme et de la fumée. C'est dans cette chambre qu'on fait le verre; si bien que, grâce à la disposition adoptée, la fusion des matières a lieu, le maclage se fait facilement, et l'on satisfait en même temps à la condition essentielle d'exclure toutes les impuretés ou les matières désoxidantes.

(45) Le foyer est construit comme à l'ordinaire; on l'alimente de combustible par une ouverture placée sur le devant, suivant la forme usuelle.

J'ai trouvé d'abondantes raisons pour être convaincu que le passage de la vapeur sous les barreaux de la grille est d'une très-grande utilité: par ce motif, j'ai fait occuper la partie inférieure du cendrier par un baquet en fer rempli d'eau. Cette disposition entretient les barreaux toujours froids, et ils ne se brûlent point; on les maintient facilement libres et dégagés.

L'air arrive librement au foyer, et l'on conserve élevée pendant plusieurs heures de suite la chaleur du fourneau.

(46) La partie située sous la chambre exige un arrangement étudié et tout particulier; car, dans le même temps qu'il s'y développe une chaleur telle qu'elle re-

mollit les matériaux environnans, le fond de la chambre, dans son état de ramollissement et chargé d'un poids assez considérable, doit être solidement maintenu immobile pendant plusieurs heures de suite.

(47) On introduit le coke nécessaire dans cet endroit par deux ou plusieurs trous situés sur le côté du fourneau, qu'on bouche avec des briques lorsque cela est nécessaire; le fond de la chambre porte le long des murs sur des appuis; le milieu repose sur des briques placées solidement et espacées de manière à ne pas s'opposer au passage de la fumée et de la flamme; et à ne point obstruer les ouvertures destinées à l'introduction du coke.

(48) La bonne disposition du coke est, dans ce four comme dans l'autre, très-importante. La chaleur que l'on obtient par l'action combinée du coke et de la flamme du foyer est plus que suffisante; et, quand elle est parvenue au point convenable, elle ne réclame pas cet emploi d'action mécanique, nécessaire pour attiser le feu et dégager la grille, et qui risque de détruire le fond mince et amolli de la chambre à verre.

En outre, cet arrangement permet la combustion parfaite de la fumée que produit le feu de bois, dont la quantité était d'abord si considérable que, si l'on n'avait pu y remédier, on aurait été obligé de suspendre les expériences à l'Institution royale; et il est probable qu'on les aurait alors cessées tout-à-fait.

Le tuyau est le même que celui qui communique avec l'autre fourneau; il est muni d'un registre à l'aide duquel on règle la chaleur; il est surtout utile pendant l'opération de la recuisson.

(49) La chambre était d'abord en fonte ; on en avait fait choix comme d'une matière capable de supporter, sans se fondre, l'élévation de température requise, de conduire et de transmettre promptement la chaleur aux substances renfermées dans l'intérieur ; on pouvait en outre facilement se la procurer sous la forme désirée.

L'ouverture supérieure était fermée par des couvercles en tôle : tout parut répondre à l'attente, dans les premières expériences ; mais, quand elles furent plus étendues et que la chaleur fut maintenue pendant long-temps, le fond céda, devint irrégulier ; et, en cherchant à corriger ce défaut et à placer de niveau la cuvette au moyen de sable, on intercepta la communication de la chaleur au verre ; la température du fer s'éleva, et le fond entra en fusion.

Outre ces inconvéniens, si la plus petite portion de verre s'échappait du bassin, du moment qu'elle touchait le fer, elle était réduite ; le plomb occasionait sur-le-champ la fusion du platine, et en un instant la cuvette était détruite, l'expérience arrêtée, le verre rendu noir et inutile, le fond de la chambre couvert de plomb et impropre à une autre opération.

(50) Enfin, on découvrit au fer une action très-remarquable qui en fit sur-le-champ rejeter l'emploi. Les pièces de verre, qui paraissaient très-bonnes sous d'autres rapports, étaient fréquemment tellement ternies par d'épais nuages de fumée qu'on ne pouvait en tirer aucun parti. Ceci ne pouvait point être attribué à quelques impuretés restées dans les matières, ou qui s'y étaient accidentellement introduites ; et, comme le platine se trouvait altéré dans ces occasions, on supposa

d'abord que cet accident devait être causé par quelque action particulière que développait son contact avec le verre à de hautes températures. Mais, dans tous les essais faits dans le but de vérifier cette action chimique, les preuves manquaient, quoiqu'on élevât beaucoup la température, et quoique le métal fût extrêmement divisé : à la fin, on en découvrit la cause.

Pour comprendre ceci, il faut savoir que le bassin de platine, avec le verre qu'il contenait, était placé immédiatement sur le fond du fourneau de fer ; quelquefois, pour plus de sûreté, on intercalait une plaque de platine ; le tout était recouvert d'un bassin à évaporation retourné sens dessous dessus ; ce qui formait une espèce de chambre intérieure dans une plus grande. En cet état, le métal échauffé eut bientôt absorbé l'oxigène de l'air qui se trouvait renfermé ; il en résulta un oxide de fer, et en même temps une partie d'oxide de carbone produite par le carbone de la fonte. A la haute température sous laquelle l'expérience fut faite, cet oxide de carbone était capable de réduire à l'état métallique une portion de l'oxide de plomb du verre, en devenant lui-même acide carbonique ; mais, aussitôt que l'acide carbonique ainsi produit vint en contact avec le fer échauffé, il fut derechef converti en oxide de carbone, conformément à la condition bien connue des affinités chimiques à ces températures, décomposa de nouveau le verre, et produisit encore plus de plomb métallique. Des nuages de fumée, dus à ces réductions, souillèrent donc le verre. Ce fut également le plomb ainsi développé qui, par sa combinaison avec le platine, offrit cette apparence d'action chimique toujours visible dans

ces circonstances. Je pus seulement alors m'expliquer la non-réussite de plusieurs expériences, due à la formation de trous dans les bassins; car, dans les expériences faites avec l'intention d'éclaircir ce point, le verre n'était quelquefois terni qu'à la surface; le reste se trouvait entièrement transparent et en bon état; et quoique fréquemment le bassin de platine fût coupé, comme avec un couteau, dans toute sa circonférence, au niveau de la surface du verre, il était entièrement intact au-dessous. Quelquefois la tache superficielle était plus étendue, et présentait une réunion de globules semblables à la graisse sur de l'eau chaude: soumis à l'examen, ces globules furent reconnus pour être du plomb métallique brillant.

Dans d'autres occasions, un globule beaucoup plus considérable pendait du milieu de la surface dans le verre, s'y soutenait à peine, prêt à s'enfoncer à la moindre agitation déterminée par la chaleur; parfois ces globules de plomb, ainsi formés, se combinaient avec le fond de la cuvette, la perçaient, et le verre coulait, tandis qu'un autre globule se formait à la surface, juste au-dessus du trou.

(51) Quand, pour construire la chambre, on eut renoncé au fer, on recourut à la terre cuite.

On construisit les côtés en brique; on composa le fond de tuiles, qui, du côté des murs portant sur des appuis, et au milieu sur les supports en brique du foyer, pouvaient être placées à volonté. On se servit, pour l'ouverture supérieure de la chambre, des mêmes couvercles en fer que précédemment.

(52) L'emploi de l'argile cuite dans la construction

rendit plus difficile qu'auparavant le chauffage de l'intérieur de la chambre : le fer est un bien meilleur conducteur de la chaleur que la terre ; il fallut s'occuper à découvrir la substance qui, douée de la force nécessaire et n'ayant point d'influences nuisibles, était en même temps assez bon conducteur. La pierre à feu de Reigate, recommandée par les constructeurs, ne répondit point au but ; de plus, en plaques minces, elle est susceptible de fusion et de scorification.

L'ardoise, quoique chauffée avec précaution, éclatait et se fendait non-seulement en travers, mais parallèlement à ses feuilles ; et, dès qu'il s'y introduisait de l'air, elle transmettait trop peu de chaleur. Elle s'amollissait aussi, se voilait, se laissait pénétrer par l'air et par la fumée ; et enfin, entrant en fusion par degrés, elle devenait incapable de porter le poids d'une expérience faite sur une grande échelle.

La pierre du Yorkshire, réduite en tables épaisses de $\frac{5}{8}$ de pouce, convenait assez bien quand on avait le soin de ne l'exposer que graduellement à la chaleur.

Elle se feuillait par places, mais elle ne tombait pas en morceaux ; elle était aussi plus réfractaire que les autres substances. On essaya des carreaux à four de diverses espèces ; ceux faits avec l'argile de Stourbridge furent trouvés les meilleurs : quand ils avaient $\frac{3}{4}$ de pouce d'épaisseur, et qu'on les chauffait avec précaution, ils étaient d'un très-bon emploi. On en vint enfin à employer des plateaux faits avec les matières dont sont fabriqués les creusets de Cornouailles. Nous les dûmes à l'intervention de notre président ; ils furent fabriqués exprès pour nous, par M. Michell, de Caleneck en

Cornouailles ; ce manufacturier s'est toujours montré désireux et avide de nous aider dans nos recherches, en nous fournissant des vaisseaux de toute forme et de toute grandeur, ou tout autre article qu'il pouvait produire.

(53) Les plateaux de Cornouailles n'ont pas beaucoup de cohésion et paraissent tendres au toucher; ils sont susceptibles de poli ; ils résistent à la chaleur de nos fourneaux, même à celle de fourneaux encore plus puissans. On leur donne facilement l'épaisseur convenable, avec $\frac{5}{8}$ de pouce d'épaisseur, et soutenus dans l'intérieur du four, comme je l'ai dit plus haut, ils sont capables de supporter tout le poids dont on peut les charger dans nos opérations. Ils ne se fêlent pas, et ils ne sont point sujets à éclater par expansion ; ils sont poreux, comme le sont en effet, à un degré plus ou moin grand, toutes les matières dont la chambre et les murs sont maintenant composés.

(54) La porosité de ces matières était d'une grande importance ; car elle laissait passer, du feu dans la chambre, les matières gazeuses, même celles d'une nature désoxidante.

J'ai eu fréquemment l'exemple que les côtés et le fond pouvaient être regardés comme un tamis placé entre le feu, le conduit et l'espace appelé *chambre ;* car, lorsque l'ouverture supérieure a été fermée, il s'est établi à travers la chambre un courant dans la direction de la flamme, la matière gazeuse s'introduisant par la partie la plus voisine du feu, et s'échappant à l'autre extrémité du côté du tuyau. Dans un ou deux cas, l'oxide de plomb fut effectivement réduit, et le verre rendu nuageux.

(55) Il devint en conséquence nécessaire d'employer quelques moyens sûrs pour maintenir une atmosphère oxigénée autour du verre; pour l'obtenir, et pour s'opposer en même temps à l'introduction, dans l'espace situé au-dessous et en dedans des couvercles en argile cuite, de toute autre vapeur nuisible que le feu pouvait engendrer, on adopta l'expédient de laisser un courant d'air frais passer continuellement dans cet espace, et circuler autour du verre. A cet effet, un tube en terre cuite, bien propre, vernissé intérieurement, fut posé horizontalement dans le côté du fourneau, de manière que l'une de ses extrémités aboutissait dans l'intérieur de la chambre; sa hauteur était telle que son arête inférieure correspondait au niveau du fond sur lequel le bassin à verre devait être placé, et son autre extrémité affleurait le parement extérieur du fourneau. Un bout de tube non attaché de forme semblable, mais d'un diamètre plus petit, étant placé sur le fond de la chambre et appliqué par son extrémité à l'orifice du plus grand tuyau, le prolongeait de manière à ce que l'extrémité inférieure atteignait le dessous du couvercle de l'appareil. Quand le fourneau était chaud, il se manifestait toujours un tirage dans l'intérieur de ce tube; mais on réglait, à l'aide d'un registre, la quantité d'air introduite (70). L'air, en passant d'abord à travers les côtés échauffés du fourneau, puis par le petit tube servant à la communication et qui était en ignition, arrivait entièrement chaud à l'endroit où sa présence était nécessaire, sans produire le moindre refroidissement; il y maintenait une atmosphère oxigénée, et, à en juger par le résultat, empêchait l'introduction des vapeurs

que le feu dégageait dans l'espace situé au-dessous des couvercles.

(56) L'autre point important, dans la préparation du verre, est la position du bassin dans le fourneau, dont nous venons de décrire les avantages. Pour qu'on me comprenne, je dois dire que la chambre à verre, longue de 25 pouces, large de 13 pouces, a 8 pouces de profondeur, et que, le feu étant à l'une des extrémités, le tuyau se trouve à l'autre. Nous y avons fabriqué des pièces de verre de 7 pouces carrés; mais il faudrait probablement un fourneau plus vaste pour faire des pièces beaucoup plus fortes.

(57) Le fond étant parfaitement de niveau et propre, la pièce de bois sur laquelle le bassin a été façonné doit être placée au milieu de la chambre voisine du feu. On prend alors, pour servir de communication, un bout de tube à air qui, posé sur le fond de la chambre, peut s'étendre, à partir du tube à air fixé le long de la pièce de bois, jusqu'au milieu, et même vers l'autre côté de la chambre.

Ensuite il faut préparer des pièces de tuileaux de Cornouailles, ou bien d'autre terre cuite pure, non susceptible d'éclater au feu, contenant peu de fer, et vernissée, de dimensions à s'adapter facilement autour de l'ais couvrant le reste de cette moitié du fond de la chambre, et servant à supporter les côtés du bassin quand il est en place.

Ces supports pour le bassin sont excessivement utiles; car autrement le platine mince et échauffé ne pourrait point résister au poids du verre et à l'action du maclage. L'épaisseur de ces plateaux doit être, pour le bassin dont

il s'agit, d'environ un pouce, et la même pour tous. Ils ne doivent jamais être de niveau avec les bords de la cuvette, de peur que le verre ne s'épanche accidentellement du bassin sur eux, ou que des impuretés qui se trouveraient sur les tuileaux ne viennent à s'introduire dans le bassin. Une excellente règle est de faire leur épaisseur égale à celle du plateau de verre qu'on se propose de fabriquer. Quand on les a disposés à peu près bien autour de la pièce de bois, on la retire, on introduit le bassin, on achève alors d'ajuster comme il faut les tuileaux tout autour.

Ils ne doivent pas être placés de manière à presser les côtés du vaisseau : le bassin doit être libre ; il faut seulement, à la moindre tendance des côtés à se déverser, que les tuileaux les maintiennent. Leur appui doit donc être dirigé plutôt vers les côtés que vers les coins ; il vaut mieux que ces derniers ne soient point en contact avec eux ; qu'ils se suffisent à eux-mêmes : ils sont assez forts pour cela. En outre, c'est toujours par les coins qu'il est probable que le verre débordera.

(58) La pièce en terre cuite, destinée à être voisine de l'ouverture du tube à air, doit avoir son angle abattu, ou il faut prendre quelque autre disposition, comme celle de rendre oblique l'orifice du tube, afin que le passage de l'air ne puisse pas être intercepté de ce côté ; le tube lui-même peut ordinairement servir de support au bassin. Dans ce cas, si sa surface extérieure est vernissée, on l'enveloppe, mais sans le serrer, d'un morceau de platine en feuille dans la partie qui touche le bassin, pour empêcher l'adhésion qui aurait lieu avec la surface vernissée refroidie ; et on peut voir, dans le

croquis (nº 2), la disposition générale du bassin, du tube et des plateaux d'argile.

(59) Quand la première rangée des supports est convenablement ajustée, on en met au-dessus d'eux un second rang; mais ceux-ci doivent être placés en retraite de la cuvette, environ à 4 ou à 6 lignes, tout autour, afin d'éviter tout contact accidentel avec ses bords. Leur épaisseur doit être capable de les élever au niveau, ou plutôt au-dessus des bords de la cuvette.

Toutes ces pièces doivent être bien nettoyées et bien propres avant d'être mises en place. Elles ne servent point seulement à présenter un appui à la cuvette, mais aussi à supporter les couvercles à verre; en outre, ils retiennent la chaleur sur le fond de la chambre, et remédient en grande partie à l'inconvénient qui aurait lieu autrement toutes les fois qu'on brasse le verre.

(60) Les couvercles à verre ont jusqu'à présent consisté en bassins à évaporation renversés, qu'on pouvait enlever à volonté de la manière précédemment décrite, à l'aide de fils de platine (26); quand les cuvettes employées ont été assez petites pour permettre cet arrangement dans le fourneau dont il est question, on a employé simultanément deux et même trois couvercles, tous garnis de leurs fils de suspension en platine; mais leurs dimensions étaient telles que le plus grand pouvait être placé sur le plus petit, et l'envelopper sans le toucher. Alors la température du verre, après avoir été abaissée par le mâclage ou par toute autre cause, s'éleva très-rapidement; mais, avec le large bassin de 7 pouces carrés, le fourneau ne put recevoir qu'un couvercle à verre de dimension suffisante, et la seule addition qu'il

fut possible de se permettre fut celle d'un couvercle semblable, mais plus petit, placé extérieurement sur le plus grand.

(61) Le premier couvercle, qui est aussi le plus important, doit être choisi de dimensions telles que, lorsqu'il est en place et portant par ses bords sur les tuiles d'appui, il enveloppe entièrement la cuvette et son contenu; son but est non-seulement de concentrer la chaleur et de confiner dans l'intérieur une atmosphère oxigénée, mais aussi d'abriter le verre, et d'empêcher qu'un oxide de fer n'y tombe des couvercles de la chambre, ou qu'il ne s'y introduise quelque autre impureté.

Ces couvercles, quand ils sont chauds, sont enlevés et transportés à l'aide de tringles en fer qui sont assez épaisses pour avoir la force convenable et ne point offrir une élasticité dangereuse; l'une de leurs extrémités se termine en pointe, et l'autre est légèrement courbe.

On introduit facilement ce bout sous le fil de suspension en platine, et on l'en retire avec autant de facilité quand le couvercle est ôté.

(62) Tout ayant été ainsi disposé, on s'occupe de placer la cuvette et de la remplir. Le tube à air est soigneusement nettoyé, et son ouverture extérieure bouchée avec un tampon d'éponge sèche et bien propre. Pour la dernière fois, on débarrasse de la poussière le bassin en le renversant et en soufflant dessus; on le met à sa place; on pèse avec soin la quantité de verre brut nécessaire à la pièce qu'on veut fabriquer (environ 8 livres, pour notre exemple). On l'introduit à l'aide d'un bassin à évaporation, ou de quelque autre manière

qui ne laisse pas entrer quelque principe colorant ou de réduction; il faut également éviter que du verre déborde de la cuvette.

Les couvercles à verre sont alors arrangés à leur place; on ajuste aussi les couvercles en fer de la chambre, et sur le tout on place une rangée de tuiles épaisses en terre cuite, disposées de manière à former une couverture générale, bien calculée pour conserver la chaleur.

(*La fin au Cahier prochain.*)

SÉPARATION *du chlore et du brome contenus dans un mélange de chlorure et de bromure alcalins. — Moyen de reconnaître lorsqu'une dissolution de chlorure d'iode est à l'état de chlorure ou à l'état d'acide iodique et d'acide hydrochlorique.*

PAR M. SÉRULLAS.

Les chimistes n'ont pas trouvé jusqu'à présent le moyen de séparer directement de leur union le chlore et le brome, que ces deux corps soient combinés à l'état de chlorure de brome, ou à l'état de mélange sous forme de chlorure et de bromure de potassium, ou autres bases alcalines; on sait que cette dernière association se rencontre fréquemment dans le résidu de l'évaporation des eaux salées.

La présence du brome est facile à constater, son apparition étant déterminée dans ses composés par le chlore;

mais aucun procédé ne peut démontrer l'existence du chlore qui peut s'y trouver simultanément ; car toutes les combinaisons que forment et le chlore et le brome jouissent de propriétés qui diffèrent peu entre elles ; elles sont à peu près les mêmes dans les produits de l'un et de l'autre. On ne peut donc effectuer la séparation du chlore et du brome qui s'y trouvent ensemble en s'appuyant sur la différence que leurs composés peuvent présenter, tant sous le rapport de leur solubilité que sous celui de leur insolubilité, comme on le fait pour l'iode, qui, combiné à l'argent, offre le caractère remarquable de donner un composé insoluble dans l'ammoniaque, tandis que le chlorure et le bromure de ce métal s'y dissolvent tous les deux également.

Cette question, d'un très-grand intérêt pour l'analyse des eaux dites *minérales*, a fixé mon attention, et j'ai cherché à la résoudre ; si je n'ai pas atteint le but aussi complètement que je l'aurais désiré, je crois néanmoins que ce que je vais faire connaître sera très-utile pour ce genre de recherches.

J'ai observé que la dissolution de sous-chlorure d'iode dans l'eau agitée avec de l'éther changeait d'état assez promptement, souvent du jour au lendemain. En examinant la nature de ce changement, j'ai reconnu que l'éther ne contenait que peu de chlore et tout l'iode, et la partie aqueuse, que de l'acide hydrochlorique. J'ai voulu voir, et cela dans le but principal dont je viens de parler, si le chlorure de brome offrirait un résultat semblable, comme il était naturel de le penser, en se rappelant la propriété que M. Balard a assignée à ce chlorure de ne pas décomposer l'eau.

De la dissolution aqueuse de chlorure de brome assez étendue, saturée autant que possible de chlore (1), étant agitée avec son volume d'éther, donne aussitôt, dans la partie aqueuse et inférieure, de l'acide hydrochlorique sans trace de brome, qui reste dans la partie éthérée et supérieure. On réitère cette opération plusieurs fois, par intervalles de quelques minutes, en ajoutant un peu d'eau, et séparant chaque fois, après agitation, cette partie aqueuse, au moyen d'un entonnoir à robinet; on parvient aisément à réduire le composé en acide hydrochlorique et en solution éthérée de brome. Tant qu'il y existe du chlore, il ne se forme pas d'acide hydrobromique; dès qu'on aperçoit des traces de ce dernier, on est assuré que tout le chlore a disparu.

On arrive facilement à cette certitude par des essais; il suffit, à chaque lavage, de verser sur une petite quantité de la partie aqueuse et incolore un peu de chlore qui met en évidence, par la coloration en jaune, l'acide hydrobromique aussitôt qu'il commence à se former; indication positive qu'il n'existe plus de chlore dans la partie éthérée. On voit que, par ce moyen, on peut opérer le *départ* du chlore et du brome.

Si, au moment où de l'acide hydrobromique se montre dans la partie aqueuse, on ajoute dans la partie

(1) Pour obtenir le chlorure de brome saturé de chlore, on place le brome dans une assez grande quantité d'eau contenue dans un flacon qu'on entoure de glace; on y fait arriver pendant long-temps un courant de chlore. Il se forme de l'hydrate de chlore, qui fait prendre la masse entière en gelée, et l'absorption du chlore se fait successivement.

éthérée quelques gouttes de dissolution de chlore en quantité plus que suffisante pour décomposer l'acide hydrobromique formé, il n'apparaît plus de brome; ainsi qu'on le prévoit bien, jusqu'à ce que l'excès de chlore qu'on a pu ajouter ait été converti en acide hydrochlorique.

Dans l'agitation avec l'éther de la dissolution de chlorure de brome sur-saturée de chlore, il ne se forme pas d'acide bromique; car, si on sature par la potasse la partie aqueuse dans laquelle l'acide bromique devrait se trouver alors sous forme de bromate de potasse, et qu'on la calcine, le chlore ne produit sur ce résidu aucune apparition de brome; ce qui aurait lieu s'il y avait eu primitivement un bromate insensible au chlore qui agit si promptement sur le bromure, état auquel il a été amené par la calcination qu'on lui a fait subir. Seulement l'eau des premiers lavages contient ordinairement, indépendamment de l'acide hydrochlorique, l'excès de chlore qui peut se trouver dans le chlorure de brome, lorsqu'il a été préparé comme je l'ai dit, en le refroidissant pour y retenir le chlore à l'état d'hydrate; alors, en saturant ce lavage par la potasse, on trouve, avec l'hydrochlorate qui en fait la majeure partie, la même quantité de chlorate qu'on obtiendrait en saturant isolément une même quantité de chlore. Du moins, j'ai pensé que ce pouvait être là la cause de l'existence de cette petite quantité de chlorate qu'on trouve dans la saturation de l'eau des premiers lavages.

S'il en est ainsi, la présence du brome dans l'éther s'opposerait à ce qu'il retînt l'excès de chlore; car l'éther, qu'on agite avec une dissolution de chlore mêlée

de beaucoup d'hydrate, enlève le chlore, et donne lieu en assez peu de temps, par le lavage à l'eau, à la réaction dont on a parlé; savoir, acide hydrochlorique et chlorure de carbone qui reste dans l'éther; expérience que j'ai faite pour comparer les résultats qu'on obtient dans la même circonstance avec le brome.

Pour constater l'absence absolue de chlore dans la partie éthérée qui a été agitée avec du chlorure de brome, après l'avoir lavée à l'eau suffisamment, c'est-à-dire, jusqu'au moment de l'apparition de l'acide hydrobromique, elle a été saturée par la potasse, évaporée et soumise aux épreuves dont nous allons parler à l'occasion de la séparation du brome et du chlore contenus dans un mélange de bromure et de chlorure alcalins; elle n'a montré aucune trace de chlore, ni d'acide hydrochlorique.

Le chlorure de brome ne décomposant pas l'eau, le chlore qu'il contient, en raison de son affinité plus grande pour l'hydrogène, agit le premier sur l'éther en changeant d'état; et, tant qu'il en existe, il ne peut pas se produire de l'acide hydrobromique, puisqu'il est décomposé par le chlore.

Certainement, dans le contact du chlorure de brome avec l'eau, il pourrait se former deux acides tout aussi bien que dans l'acte de la dissolution dans l'eau du chlorure d'iode; pourtant c'est ce qui n'a pas lieu. Le principe d'après lequel M. Dumas a établi (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XLIV, page 272) qu'il y a décomposition d'eau quand il peut se former deux acides, s'évanouit.

Cette différence d'agir du chlorure d'iode sur l'eau

dépend plutôt, selon moi, de ce que la réaction donne naissance à un acide solide qui, quoique très-soluble, peut se séparer immédiatement, parce que la présence simultanée de l'acide hydrochlorique, qui est encore plus soluble dans l'eau, diminue, pour l'autre, la faculté dissolvante du liquide au milieu duquel ils se trouvent tous les deux; car nous voyons, ainsi que je l'ai dit dans mon précédent Mémoire, une grande quantité d'acide iodique se précipiter dans une dissolution aqueuse sur-saturée de chlore : dans ce cas, le lavage que j'ai indiqué, à l'alcool ou à l'éther, liquides dans lesquels l'acide iodique est insoluble, ne fait qu'enlever le chlorure qui s'y trouve, et qui jaunit l'acide iodique; car, si l'on place ce précipité sur du papier brouillard après quelques momens d'exposition à l'air, il ne reste que de l'acide iodique incolore.

Maintenant, pour reconnaître et séparer le brome et le chlore contenus dans le résidu de l'évaporation des eaux salées, il faut procéder comme pour l'extraction du chlore et du brome.

On prend une quantité quelconque, plus ou moins grande, de ces résidus; quelques grains suffisent, si on ne pouvait s'en procurer davantage. (J'ai opéré sur 3 grains de chlorure et 6 grains de bromure de potassium, et j'ai fait la séparation très-aisément.) On la mêle exactement avec son poids d'oxide de manganèse pulvérisé; on introduit le mélange dans une petite cornue tubulée, à laquelle on adapte un petit ballon contenant un peu d'eau; on verse dans la cornue de l'acide sulfurique étendu de un cinquième d'eau, on chauffe; le chlorure de brome, dans lequel domine plus ou moins

l'un des deux corps, se volatilise, et vient se condenser dans le ballon bien refroidi. La cessation de l'apparition des vapeurs rutilantes indique que l'opération est terminée. On verse ensuite de l'éther, toujours à peu près le volume de l'eau qu'on a employée pour dissoudre le chlorure de brome; on agite, et on sépare l'eau contenant l'acide hydrochlorique déjà formé par son contact avec l'éther. On réitère le lavage avec peu d'eau à la fois. Le brome reste dans l'éther, d'où on le retire à la manière accoutumée.

La transformation du chlore en acide hydrochlorique est d'autant plus prompte que la quantité d'éther est plus grande; en sorte que, quand on opère sur de petites quantités, il ne faut pas mettre beaucoup d'éther, afin de pouvoir reconnaître, par les essais indiqués, le moment où le chlore a disparu.

Quand on laisse séjourner quelques jours le brome dans l'éther et une certaine quantité d'eau, il se transforme en acide hydrobromique qu'on trouve dans la partie aqueuse. Ce moyen peut même être employé pour obtenir l'acide hydrobromique. M. Balard a observé cette action.

Le contact du brome avec l'éther et l'eau, indépendamment de l'acide hydrochlorique qui se forme d'abord, comme nous l'avons dit, donne naissance en même temps à un bromure de carbone, à en juger par l'odeur très-prononcée d'essence de térébenthine et de camphre qui s'exhale pendant l'évaporation du liquide éthéré qu'on a mêlé à un peu d'eau, ou bien lorsqu'on en frotte une petite quantité entre les mains : cette odeur, dans l'ébullition, est accompagnée d'une autre extrêmement pi-

quante aux yeux, analogue à celle de l'acide dit *lampique*; en effet, le liquide éthéré, qui a été lavé jusqu'à cessation entière d'action des eaux de lavage sur le papier tournesol, le rougit fortement pendant cette évaporation. On remarque en outre, lorsque l'éther a été évaporé doucement, à la surface de l'eau qu'on a ajoutée, quelque peu d'une matière ayant l'apparence d'huile, qui doit être le composé de brome et de carbone, parce que, lorsqu'on a projeté sur cette matière des fragmens de potassium pour en opérer la décomposition, ce que ne fait pas la potasse caustique, ou du moins difficilement, et, lorsqu'elle est mise en masse, l'action du chlore sur ce résidu y développe la couleur jaune du brome; effet qui n'était pas produit avant.

L'action du brome seul sur l'éther est la même, c'est-à-dire qu'il en résulte de l'acide hydrobromique et l'espèce de bromure de carbone dont on vient de parler.

Bien que, comme on l'a dit, tout le chlore du chlorure de brome soit transformé en acide hydrochlorique, on ne peut pas le retrouver en totalité dans le précipité de chlorure d'argent que l'on produit en versant du nitrate d'argent dans l'eau de lavage. Pour m'en assurer, j'ai pris deux quantités égales de chlorure de potassium; l'une a été dissoute et traitée directement par le nitrate d'argent, et le précipité recueilli et séché; l'autre a été mêlée avec son poids de bromure de potassium, et soumise à l'opération de l'extraction du chlore et du brome, comme on l'a dit. Le chlorure de brome obtenu, lavé à l'éther, a donné, par le nitrate d'argent versé dans la partie aqueuse, un précipité moindre en poids que celui

obtenu de la même quantité du chlorure de potassium traité isolément. Six expériences ont fourni assez exactement le même résultat; sur chacune on a trouvé un quart en moins; ce qui doit être attribué aux pertes inévitables avec un corps volatil comme le chlorure de brome, et à la petite quantité d'acide hydrochlorique qu'on peut laisser dans l'éther, dans la crainte que, en prolongeant le lavage après que l'acide hydrobromique a paru, on n'enlève de ce dernier.

Toutefois, dans ces six expériences, la perte n'ayant pas varié sensiblement, elle a toujours été, à très-peu de chose près, de un quart pour chacune; on pourrait, en agissant sur de petites quantités comme je l'ai fait, arriver à l'évaluation assez approximative du chlore, en ajoutant au chlorure d'argent un tiers en sus de la quantité obtenue.

Pour m'assurer de la formation d'un bromure de carbone par le contact du chlorure de brome avec l'éther, et non d'un chlorure de carbone (l'odeur camphrée est à peu près la même pour tous les deux (1)), j'ai mis du chlorure de brome avec une assez grande quantité d'éther; la décoloration étant complète après un jour ou deux, j'ai lavé à l'eau la partie éthérée jusqu'à ce que cette eau de lavage ne rougît plus le papier tournesol, ou mieux, ne précipitât plus par le nitrate d'argent. La partie éthérée étant celle qui devait contenir le chlo-

(1) Si le composé de brome qui reste en dissolution dans l'éther est réellement un bromure de carbone, il diffère essentiellement du bromure de carbone à odeur éthérée et saveur sucrée, que j'ai fait connaître.

rure ou le bromure de carbone, j'y ai projeté des fragmens de potassium en assez grande quantité ; le résidu étant évaporé, et saturé ensuite par de l'acide sulfurique étendu pour enlever l'excès de potasse, a donné du brome assez abondamment en y versant du chlore.

J'ai obtenu le même résultat en agissant sur de l'éther, qui était resté en contact avec du brome jusqu'à décoloration parfaite.

J'ai dit que, en saturant par la potasse l'eau du premier lavage du chlorure de brome, où du chlore est en excès, lorsqu'il a été préparé en y retenant beaucoup d'hydrate par le refroidissement à la glace, on y trouvait toujours du chlorate de potasse ; il est bon de rappeler que le résidu de cette saturation doit être calciné pour le convertir en chlorure, afin d'avoir tout le chlore par le nitrate d'argent.

Moyen de reconnaître lorsqu'une dissolution de chlorure d'iode est à l'état de chlorure, ou à l'état d'acide hydrochlorique et d'acide iodique.

Il n'est pas exact de dire, dans un sens absolu, comme on l'a fait, que le perchlorure d'iode ne se dissout pas dans l'eau sans la décomposer, et que ce même perchlorure n'est pas enlevé de sa dissolution aqueuse par l'éther.

Le chlorure d'iode solide, mis dans une petite quantité d'eau, se sépare en deux parties, l'une solide jaunâtre, et l'autre liquide fortement colorée. Ce liquide rougeâtre, mélange de chlorure et de sous-chlorure, décanté de dessus le précipité de chlorure qu'il ne peut

tenir en dissolution, versé dans deux à trois fois son volume d'éther, par petites portions, pour éviter l'élévation trop grande de température, devient jaune, et, étant agité avec de l'eau qu'on renouvelle, donne pendant très-long-temps, dans la partie aqueuse, de l'acide iodique et de l'acide hydrochlorique; ce n'est qu'après plusieurs heures, et souvent le lendemain, à la suite d'un très-grand nombre de lavages, qu'on parvient à n'avoir dans l'éther que du sous-chlorure qui, abandonné ensuite à lui-même avec un peu d'eau, se transforme, comme nous l'avons dit, en éther ioduré et en acide hydrochlorique.

Ainsi l'éther est susceptible d'enlever à l'eau les deux chlorures d'iode, quand le sous-chlorure est prédominant dans la dissolution concentrée; mais, lorsque cette dissolution est étendue suffisamment pour que le chlorure se soit transformé en acides iodique et hydrochlorique, l'agitation avec l'éther sépare dans la partie éthérée le sous-chlorure, et dans la partie aqueuse l'acide iodique et l'acide hydrochlorique; d'où l'on peut aussi, lorsqu'elle est concentrée, précipiter l'acide iodique par l'éther. Il est à croire que, lorsqu'on verse de l'éther dans une dissolution concentrée de chlorure d'iode, toutefois transformée en acides iodique et hydrochlorique, ce dernier change d'état, se détruit par une réaction qu'il exerce sur l'éther, ce qui facilite l'isolement de l'acide iodique insoluble dans ce liquide.

Du fait précédent j'ai tiré la conséquence que la dissolution de chlorure et sous-chlorure d'iode un peu concentrée ne décompose pas l'eau, c'est-à-dire que, dans cet état de concentration, le sous-chlorure s'oppo-

sait à ce que le chlorure puisse agir sur l'eau ; en sorte que, versé dans l'éther, celui-ci tient en dissolution tout à la fois le sous-chlorure et le chlorure, et ce dernier ne peut se transformer en acides iodique et hydrochlorique que lentement, parce qu'il n'est mis en contact par l'agitation qu'avec la petite quantité d'eau qu'est susceptible de dissoudre l'éther ; ce qui rend nécessaire le renouvellement de cette eau.

J'ai trouvé, dans mes recherches sur les iodates des alcalis végétaux, le moyen de reconnaître positivement ce qui se passe à cet égard. Je me suis servi du sulfate de quinine dans l'alcool.

J'ai vu que, en y versant de la dissolution aqueuse et concentrée de chlorure et de sous-chlorure d'iode dont nous avons parlé, il ne se forme pas de précipité ; indice de l'absence de l'acide iodique, et que l'eau n'est pas décomposée ; mais, en étendant d'eau par gradation cette dissolution de chlorure et de sous-chlorure d'iode, et l'essayant successivement dans une nouvelle dissolution alcoolique de sulfate de quinine, on arrive au point où elle donne un précipité d'iodate acide de l'alcaloïde, preuve que l'acide iodique est produit.

Ainsi ce moyen peut servir à connaître le moment où une dissolution de chlorure et de sous-chlorure d'iode a été suffisamment étendue pour que l'influence du sous-chlorure ait été détruite et l'eau décomposée.

J'observe toujours que cette addition d'eau doit être ménagée pour que la liqueur ne soit pas très-étendue, parce que, si elle l'était trop, bien qu'il s'y trouve de l'acide iodique, il y en a peu, et la grande quantité qu'on est obligé de mettre dans la dissolution alcoolique

de l'alcaloïde pour arriver au point où l'iodate acide se forme, la rend aqueuse et susceptible de dissoudre l'iodate.

Il résulte de ce qui précède :

1°. Que le chlorure de brome, quelque saturé qu'il soit de chlore, ne décompose pas l'eau ; la formation de l'acide hydrochlorique, quand on l'agite avec l'éther, résulte de l'action du chlorure sur l'éther, action qui donne lieu aussi à un bromure de carbone ;

2°. Que, par l'agitation de ce chlorure de brome avec l'éther et de l'eau, on peut arriver à séparer entièrement le chlore sous forme d'acide hydrochlorique, avant que le brome qu'on isole en même temps dans l'éther se transforme lui-même en acide hydrobromique et en bromure de carbone ;

3°. Que les chlorure et bromure alcalins, même en très-petite quantité, mêlés à de l'oxide de manganèse et de l'acide sulfurique un peu étendu, étant chauffés dans un appareil convenable, donnent un chlorure de brome que l'on recueille, et que l'on traite comme précédemment par l'éther, afin d'en séparer les élémens ; c'est ainsi qu'on peut reconnaître l'existence simultanée du chlore et du brome, quelque prédominant que soit l'un ou l'autre dans un mélange salin ; rappelant toutefois à l'attention, en cas d'excès de chlore, de calciner le produit de la saturation de la partie aqueuse, afin de réduire à l'état de chlorure le chlorate formé, et pouvoir précipiter tout le chlore en versant dans la dissolution du nitrate d'argent ;

4°. Que, au moyen d'une dissolution alcoolique de quinine ou de cinchonine libres ou combinées, on peut

reconnaître le moment où une dissolution aqueuse et concentrée de chlorure d'iode solide (mélange de chlorure et de sous-chlorure) est suffisamment étendue pour que le chlorure ait pu décomposer l'eau ; le précipité d'iodate acide qui se forme dans ce cas, et qui ne se produit pas quand elle est concentrée, sert d'indication.

ACTION *de l'acide bromique et de l'acide chlorique sur l'alcool.*

PAR M. SÉRULLAS.

M. Charles Löwig, habile pharmacien de Heidelberg, à qui les chimistes doivent l'avantage de pouvoir se procurer aujourd'hui le brome très-abondamment à un prix modéré, a publié une Monographie du brome dans laquelle ont pris place les observations particulières qu'il a pu faire, en extrayant en grand cette substance des eaux-mères des salines de Kreutznach.

Parmi les procédés qu'il décrit, il s'en trouve un relatif à la préparation de l'acide bromique ; c'est le même que celui qu'on emploie pour obtenir l'acide chlorique, et dont j'ai également fait l'application à la préparation de l'acide iodique : il consiste, comme on sait, à verser, dans une dissolution chaude de chlorate ou de bromate de potasse, de l'acide hydrofluorique silicé, qui s'unit à la potasse avec laquelle il se précipite sous forme de gelée, laissant en liberté l'acide bromique ou chlorique.

L'acide hydrofluorique silicé étant susceptible de se volatiliser, lorsqu'il est concentré, par une chaleur bien inférieure à celle de l'eau bouillante, le procédé se réduit, comme on vient de le dire, à mêler de l'acide hydrofluorique silicé en excès avec la dissolution chauffée de bromate ou de chlorate de potasse, et, après refroidissement, filtrer, concentrer au point convenable avec les précautions accoutumées, c'est-à-dire, par une évaporation lente, et filtrer de nouveau, au bout de quelques jours, à travers du verre pilé.

M. Löwig, dans la crainte fondée qu'il ne reste de l'acide hydrofluorique silicé ou du fluorure double, met, au contraire, un excès de bromate de potasse, qu'il sépare ensuite par une addition suffisante d'alcool. Ce moyen, que j'ai employé avec succès, comme d'autres chimistes, dans différentes circonstances où il s'agissait de séparer des substances dissoutes dans l'eau, mais insolubles dans l'alcool, ne me semblait guère propre à être appliqué dans un cas tel que celui-ci où se trouveraient en contact deux corps dont la réaction était très-probable.

Toutefois j'ai voulu en faire l'essai sur de l'acide bromique que je venais de préparer, et reconnaître s'il contenait quelques matières salines.

A cet effet, j'ai versé 3 à 4 grammes de cet acide, qui n'était pas très-concentré, dans une quantité à peu près égale d'alcool à 40. Presque aussitôt la liqueur s'est colorée; il y a eu développement d'une forte chaleur qui s'est élevée jusqu'à une vive ébullition, en donnant lieu à des vapeurs abondantes de brome, accompagnées d'une odeur très-pénétrante d'éther acétique. Le liquide, co-

loré en jaune, contenait un peu d'acide hydrobromique.

Il est à présumer que si M. Löwig n'a pas observé cette action mutuelle de l'acide bromique et de l'alcool, il a mêlé ces deux corps, l'un et l'autre très-étendus; puisque la chaleur, à laquelle il les a soumis afin de volatiliser l'alcool, n'a pas déterminé une réaction : car, si elle avait eu lieu, ce chimiste n'aurait pas indiqué l'alcool comme d'un emploi avantageux dans la préparation de l'acide bromique. Il est certain que, à l'aide de la chaleur, le mélange d'acide bromique, même assez étendu, et d'alcool concentré, présente les mêmes phénomènes avec plus ou moins d'intensité.

Ainsi il est bien évident que l'acide bromique agit sur l'alcool concentré, à la température ordinaire, d'une manière aussi prompte et aussi tumultueuse que le fait l'acide nitrique dans la même circonstance, à l'aide de la chaleur; il enlève avec son oxigène de l'hydrogène à une partie de l'alcool, et la transforme en acide acétique qui s'unit à une partie d'alcool non décomposé pour produire l'éther acétique; le brome est mis en liberté. Il ne se forme pas d'acide carbonique. L'acide hydrobromique qu'on trouve dans la liqueur résulte probablement de l'action subséquente du brome sur l'alcool qui, s'il est en petite quantité, est converti entièrement en acide acétique.

L'acide chlorique concentré, versé sur de l'alcool à 40 contenu dans un verre à pied, agit vivement à la température ordinaire; ébullition, dégagement de chlore et formation d'acide acétique. Si la quantité d'alcool est petite relativement à celle de l'acide, tout l'alcool est

transformé en acide acétique extrêmement fort, égal au vinaigre radical. Quand encore il y a très-peu d'alcool et beaucoup d'acide, l'action est très-violente; il y a inflammation. Enfin, si l'on fait le mélange d'acide chlorique et d'alcool moins concentrés, afin d'avoir le temps d'observer, et que l'expérience se fasse dans un tube un peu long, il y a de temps en temps de petites détonations qui dépendent sans doute de l'action du chlore sur la vapeur alcoolique, parce qu'aussitôt après la détonation le tube est incolore, de coloré en jaune qu'il était avant. Je ne pense pas qu'elles soient dues à de l'oxide de chlore.

L'acide chlorique et l'acide bromique donnent lieu aux mêmes phénomènes avec l'éther qu'avec l'alcool; chlore ou brome mis en liberté, et acide acétique produit; seulement, comme l'éther dissout peu d'acide qui va d'abord occuper la partie inférieure, il faut agiter avec un tube.

Du papier brouillard et sec, plié en plusieurs doubles, qu'on plonge dans l'acide chlorique et qu'on retire, brûle vivement; il s'exhale une odeur forte tout-à-fait analogue à celle de l'acide nitrique, odeur que j'ai toujours trouvée à l'acide chlorique concentré et chaud.

Comme jusqu'à présent nous ne savons que peu de chose sur l'acide bromique, j'ai pensé que les faits que je viens de signaler qui y sont relatifs, et qui sont même nouveaux en ce qui concerne l'acide chlorique, pouvaient intéresser, surtout parce qu'ils montrent bien évidemment que la transformation de l'alcool en vinaigre peut être produite par le contact de cet alcool avec des corps uniquement *déshydrogénans*; je me suis assuré

qu'il n'y a pas formation d'acide carbonique. Cette observation pourrait conduire à la découverte de quelques procédés d'acétification au moyen de substances autres que celles actuellement employées, et propres à amener plus directement et peut-être plus complètement ce changement dans les liquides alcoolisés.

Avant de terminer, je dois faire une remarque.

L'acide chlorique et l'acide bromique que j'ai employés dans mes expériences ont été préparés par l'acide hydrofluorique silicé, comme je l'ai dit; ils ne présentent pas les mêmes propriétés physiques que ces mêmes acides obtenus par l'acide sulfurique et le chlorate ou le bromate de baryte, du moins d'après la description qu'en donnent les auteurs : selon eux, ces acides sont incolores, inodores, sirupeux à l'état de concentration; ceux que j'ai préparés sont un peu colorés; l'acide chlorique est jaunâtre et l'acide bromique rougeâtre; ils ont une odeur particulière, et n'ont pas l'aspect huileux; il serait difficile, je crois, de les concentrer à ce point par la chaleur, sans décomposition; leur coloration tient très-probablement à un commencement d'altération qui en change les propriétés.

Toutefois ils rougissent d'abord le papier tournesol, et le décolorent très-promptement; l'acide chlorique détermine même, comme nous l'avons dit, l'inflammation de ce papier; et il ne précipite pas par les sels d'argent, ce qui prouverait l'absence de chlore ou d'oxide de chlore; saturés par la potasse, ils donnent des sels qui jouissent de toutes les propriétés des chlorates et des bromates de ces bases.

Je vais m'occuper de comparer l'acide bromique et

l'acide chlorique qu'on obtient des chlorate et bromate de baryte par l'acide sulfurique, avec ceux préparés par l'acide hydrofluorique silicé. Dans le cas, ce que je suis peu disposé à croire, où les premiers ne présenteraient pas les caractères que je viens d'assigner aux autres, cette différence, qui serait très-remarquable, donnerait encore plus d'intérêt à mes observations.

RECHERCHES *sur les Systèmes de montagnes et les Volcans de l'intérieur de l'Asie.*

PAR M. ALEXANDRE DE HUMBOLDT.

(Extrait.)

LES phénomènes volcaniques n'appartiennent pas, dans l'état actuel de nos connaissances, à la géognosie seule : considérés dans l'ensemble de leurs rapports, ils sont un des objets les plus importans de la physique du globe. Les volcans enflammés paraissent l'effet d'une communication permanente entre l'intérieur de la terre en fusion et l'atmosphère qui enveloppe la croûte endurcie et oxidée de notre planète. Des couches de laves jaillissent comme des sources intermittentes de terres liquéfiées; leurs nappes superposées semblent répéter sous nos yeux, sur une petite échelle, la formation des roches cristallines de différens âges. Sur la crête des Cordilières du Nouveau-Monde, comme dans le sud de l'Europe et dans l'ouest de l'Asie, se manifeste une liaison intime entre l'action chimique des volcans

proprement dits, de ceux qui produisent des roches, parce que leur forme et leur position, c'est-à-dire, la moindre élévation de leur sommet ou cratère, et la moindre épaisseur de leurs flancs (non renforcés par des plateaux), permettent l'issue des matières terreuses en fusion, avec les salses ou volcans de boue de l'Amérique du Sud, de l'Italie, de la Tauride et de la Mer Caspienne, lançant d'abord des blocs (de grands quartiers de roches), des flammes et des vapeurs acides; puis, dans un autre stade plus calme et trop exclusivement décrit, vomissant des argiles boueuses, de la naphte et des gaz irrespirables (de l'hydrogène mêlé d'acide carbonique et de l'azote très-pur). L'action des volcans proprement dits manifeste cette même liaison avec la formation, tantôt lente, tantôt brusque, de bancs de gypse et de sel gemme anhydre, renfermant du pétrole, de l'hydrogène condensé, du fer sulfuré, et parfois (au Rio-Huallaga, à l'est des Andes du Pérou) des masses considérables de galène; avec l'origine des sources thermales; avec l'agroupement des métaux déposés, à diverses époques, de bas en haut, dans les filons, dans des amas (Stockwerke) et dans la roche altérée qui avoisine les crevasses métallifères; avec les tremblemens de terre dont les effets ne sont pas toujours uniquement dynamiques, mais qui sont accompagnés quelquefois de phénomènes chimiques, de développemens de gaz irrespirables, de fumée et de phénomènes lumineux; enfin, avec les soulèvemens instantanés ou très-lents et seulement perceptibles après de longues périodes, de quelques parties de la surface du globe.

Cette connexion intime entre tant de phénomènes

divers, cette considération de l'action volcanique comme action de l'intérieur du globe sur sa croûte extérieure, sur les couches solides qui l'enveloppent, a éclairci, dans ces derniers temps, un grand nombre de problèmes géognostiques et physiques qui avaient paru jusqu'ici insolubles. L'analogie de faits bien observés, l'examen rigoureux des phénomènes qui se passent sous nos yeux dans les différentes régions de la terre, commencent à nous conduire progressivement à deviner (non en précisant toutes les conditions, mais en envisageant l'ensemble du mode d'action) ce qui s'est passé à ces époques reculées qui ont précédé les temps historiques. La volcanicité, c'est-à-dire, l'influence qu'exerce l'intérieur d'une planète sur son enveloppe extérieure dans les différens stades de son refroidissement, à cause de l'inégalité d'agrégation (de fluidité et de solidité), dans laquelle se trouvent les matières qui la composent, cette action du dedans en dehors (si je puis m'exprimer ainsi) est aujourd'hui très-affaiblie, restreinte à un petit nombre de points, intermittente, moins souvent déplacée, très-simplifiée dans ses effets chimiques, ne produisant des roches qu'autour de petites ouvertures circulaires ou sur des crévasses longitudinales de peu d'étendue, ne manifestant sa puissance, à de grandes distances, que dynamiquement en ébranlant la croûte de notre planète dans des directions linéaires, ou dans des étendues (cercles d'oscillations simultanées) qui restent les mêmes pendant un grand nombre de siècles. Dans les temps qui ont précédé l'existence de la race humaine, l'action de l'intérieur du globe sur la croûte solide qui augmentait de volume, a dû modifier la tem-

pérature de l'atmosphère, rendre le globe entier habitable aux productions, que l'on doit regarder comme *tropicales*, depuis que, par l'effet du rayonnement, du refroidissement de la surface, les rapports de position de la terre avec un corps central (le soleil) ont commencé à déterminer presque exclusivement la diversité des climats d'après la diversité des latitudes géographiques.

C'est dans ces temps primitifs aussi que les fluides élastiques, les forces volcaniques de l'intérieur plus puissantes peut-être, et se faisant jour plus facilement à travers la croûte oxidée et solidifiée, ont crevassé cette croûte, et intercallé, non-seulement par filons (dykes), mais par masses très-irrégulières de forme, des matières d'une grande densité (basaltes ferrugineux, melaphyres, amas de métaux), matières qui se sont introduites après que la solidification et l'aplatissement de la planète étaient déjà déterminés. L'accélération qu'éprouvent les oscillations du pendule sur plusieurs points de la terre offrent souvent, par cette cause géognostique, des apparences trompeuses d'un aplatissement plus grand que celui qui résulte d'une combinaison raisonnée des mesures trigonométriques et de la théorie des inégalités lunaires. L'époque des grandes révolutions géognostiques a été celle où les communications entre l'intérieur fluide de la planète et son atmosphère étaient plus fréquentes, agissant sur un plus grand nombre de points, où la tendance à établir ces communications a fait soulever, à différens âges et dans différentes directions (vraisemblablement déterminées par la diversité de ces époques), sur de longues crevasses, des Cordilières,

comme l'Himalaya et les Andes, des chaînes de montagnes d'une moindre élévation, et ces rides ou arrêtes, dont les ondulations variées embellissent le paysage de nos plaines. C'est comme témoin de ces soulèvemens, et marquant (d'après les vues grandes et ingénieuses de M. Elie de Beaumont) l'âge relatif des montagnes, que j'ai vu dans les Andes du Nouveau-Monde, à Cundinamarca, des formations puissantes de grès s'étendre, des plaines du Magdalena et du Meta, presque sans interruption, sur les plateaux de quatorze à seize cents toises de hauteur, et récemment encore dans le nord de l'Asie, dans la chaîne de l'Oural, ces mêmes ossemens d'animaux anti-diluviens (si célèbres dans les basses régions de la Kama et de l'Yrtiche) mêlés, sur le dos de la chaîne, dans les plateaux entre Beresowsk et Jekatherinbourg, à des terrains de rapport, riches en or et en platine. C'est encore comme témoin de cette action souterraine de fluides élastiques qui soulèvent des continens, des dômes et des chaînes de montagnes, qui déplacent les roches et les débris organiques qu'elles renferment, qui forment des éminences et des creux lorsque la voûte s'affaisse, qu'on peut considérer cette grande dépression de l'ouest de l'Asie, dont la surface de la mer Caspienne et du lac Aral forme la partie la plus basse (50 et 32 toises au-dessous du niveau de l'Océan); mais qui s'étend, comme les nouvelles mesures barométriques faites par MM. Hofmann, Helmersen, Gustave Rose et moi, le démontrent, loin dans l'intérieur des terres, jusqu'à Saratow et Orenbourg sur le Jaïk, vraisemblablement aussi au sud-est, jusqu'au cours inférieur du Sihoun (Jaxartes)

et de l'Amou (Djihoun, Oxus des anciens). Cette dépression d'une portion considérable de l'Asie, cet abaissement d'une masse continentale de plus de trois cents pieds au-dessous de la surface des eaux de l'Océan, dans leur état moyen d'équilibre, n'a pu être considéré jusqu'ici dans toute son importance, parce qu'on ignorait l'étendue du phénomène de dépression dont quelques parties des contrées littorales de l'Europe et de l'Egypte n'offrent que de faibles traces. La formation de ce creux, de cette grande concavité de la surface dans le N.-O. de l'Asie, me paraît être en rapport intime avec le soulèvement des montagnes du Caucase, de l'Hindou-Kho et du plateau de la Perse, qui bordent la Mer Caspienne et le Maveralnehere au sud; peut-être aussi plus à l'est, avec le soulèvement du grand massif que l'on désigne par le nom bien vague et bien incorrect de plateau de l'Asie centrale. Cette concavité de l'ancien monde est un pays-cratère, comme le sont, sur la surface lunaire, Hipparque, Archimède et Ptolémée, qui ont plus de trente lieues de diamètre, et qu'on peut plutôt comparer à la Bohême qu'à nos cônes et cratères des volcans.

J'ai cru devoir faire précéder de ces considérations générales le Mémoire que je présente à l'Académie, pour fixer les points de vue géographiques et géognostiques qui ont dirigé mes recherches. Je me bornerai à un simple extrait, par rapport à tout ce qui concerne les discussions de position si indispensables à la géographie positive. Il me suffit de consigner ici un seul fait assez important, qui résulte du calcul presque terminé des observations astronomiques que j'ai eu occasion de

faire, l'année passée, dans les régions du nord de l'Asie. La pente occidentale de l'Altaï, tout le pays au sud de la grande route qui conduit de Tobolsk, par Krasnojarsk, au lac Baïkal, depuis le méridien de Tara entre le Haut-Obi, le cours méridional de l'Irtyche, et la Dzoungarie chinoise, est placé sur nos cartes de presque $\frac{3}{4}$ de degré (40′ en arc) trop à l'ouest. J'ai déterminé la longitude de Barnaould, au pied de l'Altaï, au moyen du transport du temps de Tobolsk, par $5^h\,27'\,4''$, à l'est du méridien de Paris. La longitude de Tobolsk, où j'ai observé sur la même pierre sur laquelle les instrumens de l'abbé Chappe avaient été placés, a été fixée avec beaucoup de précision par Triesnecker, à $4^h\,23'\,58'',7$; par M. Encke, dans son excellent Traité sur les Parallaxes, et le passage de Vénus, à $4^h\,23'\,45''$, différence de 13″ en temps. J'avais déjà observé, dans un autre pays, au Mexique, aux mêmes points que l'abbé Chappe. Les distances lunaires que j'ai prises au Schlangenberg, au pied occidental de l'Altaï, donnent une longitude qui est encore un peu plus orientale que celle qu'offrait mon chronomètre d'Earnshaw, dont j'ai vérifié la marche dans chaque endroit où j'ai pu m'arrêter. M. Hansteen, à son retour du lac Baïkal, a passé (plusieurs mois après moi) à Barnaould, et a confirmé la position que j'avais déterminée. Il fait la longitude de Barnaould, $5^h\,27'\,12''$, même 8″, en temps, plus orientale que moi. Ces erreurs de position dans nos cartes commencent, et presque toujours dans le même sens, déjà depuis le midi de la Russie européenne. Comme les résultats des observations plus précises sont consignés dans des ouvrages périodiques

moins répandus ou moins accessibles, à cause de la difficulté des langues dans lesquelles ils sont rédigés, nos tableaux de positions astronomiques manquent souvent de données plus récentes. D'après la Connaissance des temps, Moscou est de 7′ 15″ en arc, Tobolsk de 10′ 15″, Barnaould, au pied de l'Altaï (d'après mes observations), de 40′ en arc placé trop à l'ouest. L'erreur sur la longitude de l'Observatoire de Kasan est dans un sens opposé. Sa vraie longitude est 3ʰ 7′ 4″,7 en temps, et non 3ʰ 8′ 3″; erreur d'un quart de degré, et qui influe sur la configuration du bassin du Wolga, au-dessous de l'embouchure de Kama, entre les belles ruines tatares de l'ancienne ville des Timourides (Bolgari) et les plaines fertiles de Simbirsk.

(*La suite à un prochain Cahier.*)

EXAMEN *chimique de la membrane rétine et des nerfs optiques.*

PAR M. LASSAIGNE.

IL n'y a encore qu'un petit nombre de tissus, soit solides ou mous, qui aient été étudiés sous le rapport de leurs propriétés chimiques. Si l'on en excepte le tissu des os, celui des nerfs, des muscles, des tendons, des aponévroses, des ligamens, et quelques tissus accidentels ou morbides qui ont été examinés avec quelque soin, l'on ne possède que des aperçus généraux sur la nature des autres tissus ou membranes; et encore ne sont-ils que le résultat de nos connaissances anatomiques sur ces

différentes parties. Ici, comme dans plusieurs points de chimie organique, l'analyse n'a point encore contrôlé les idées que les anatomistes et les physiologistes se sont formées sur ces tissus membraneux, d'après leur structure, leur origine, leur connexion avec certaines parties, ou d'après leurs principales fonctions.

Plusieurs fois nous avons vu les opinions des anatomistes et des physiologistes, sur la nature de certains produits de notre organisation, être confirmées par les observations ultérieures des chimistes ; et, sous ce rapport, comme pour beaucoup d'autres points qui se rattachent à l'étude de toutes les sciences naturelles, il n'est point rare d'arriver à la même vérité par des voies différentes.

C'est pénétrés de ces idées que nous avons, sur l'invitation de M. le professeur Magendie, soumis à l'analyse chimique la membrane rétine, qui est regardée avec raison par tous les anatomistes comme une expansion de la matière pulpeuse du nerf optique. D'après cette dernière considération, la substance propre de la rétine devait se rapprocher, par sa composition chimique, des nerfs optiques, ou du moins en présenter les élémens combinés dans d'autres proportions. Ce point ne pouvant être éclairci que par l'analyse, c'est pour résoudre cette question que nous avons entrepris les expériences qui suivent :

1°. Après avoir isolé avec tout le soin possible trois rétines sur des yeux de chevaux, nous les avons mises en contact, à la température ordinaire, avec de l'eau distillée pendant quatre à cinq minutes, dans le but de les laver, et d'enlever la portion d'humeur vitrée qui mouil-

lait leur surface. Ce lavage terminé, nous les avons placées sur plusieurs doubles de papier joseph, afin d'absorber la plus grande partie de l'eau ; lorsque nous avons jugé que le papier s'était imprégné de toute l'eau surabondante, nous les avons détachées avec les plus grandes précautions pour les soumettre aux opérations suivantes :

L'une de ces membranes a été étendue dans une petite capsule de verre tarée, afin de la peser, et d'évaluer la proportion d'eau qu'elle pouvait retenir dans cet état ; son poids était de 0,280 grammes ; exposée sur un poêle, à une température de + 55 à 60°, elle s'est peu à peu desséchée, et s'est transformée en une matière écailleuse transparente ; pesée en cet état, son poids n'était plus que de = 0,020 gramm., ce qui fait 7 $\frac{1}{10}$ pour cent.

D'après l'expérience rapportée ci-dessus, la proportion d'eau que renfermerait cette membrane serait de 92,9.

2°. Les deux autres membranes (du poids de 0,560) ont été placées dans un petit matras de verre, et traitées par l'alcool pur bouillant ; elles se sont divisées par l'agitation en flocons blancs filamenteux, qui sont devenus opaques par la chaleur de l'ébullition de l'alcool. La portion d'alcool qui avait été mise en contact avec ces membranes a été filtrée encore bouillante et abandonnée à elle-même ; par le refroidissement, elle s'est troublée et a laissé séparer des flocons blancs qui se sont précipités en partie sur les parois du vase, et se sont redissous ensuite dans le liquide à l'aide de la chaleur. Le *solutum* alcoolique a été évaporé dans une capsule de

verre ; on a remarqué que, par suite de sa concentration, il a abandonné des flocons blancs nacrés qui nageaient à sa surface, et qui, sur la fin de l'évaporation, se sont réunis en une masse blanche, grasse au toucher, tapissant tout le fond de la capsule.

Cette matière grasse a présenté les caractères suivans : elle était neutre, insipide, d'une odeur fade, d'un aspect légèrement nacré et poisseuse au toucher ; la chaleur la ramollissait seulement, sans en déterminer la fusion complète. Une portion de cette matière grasse a été traitée par une solution de potasse caustique qui n'en opère à chaud qu'en partie la dissolution. La portion insoluble s'est séparée par le refroidissement en flocons blancs. Après cette opération, la solution de potasse, saturée par l'acide hydrochlorique, a abandonné la matière grasse qui avait été saponifiée.

La seconde portion de cette matière grasse a été mêlée avec du nitrate de potasse pur, et projetée ensuite dans un creuset d'argent rougi au feu, contenant une certaine quantité de nitrate de potasse en fusion. Après la déflagration, le résidu de cette calcination, dissous dans l'eau distillée, a été saturé par l'acide nitrique. La solution, chauffée pour en dégager l'acide carbonique qui s'était formé lors de la combustion de la matière grasse, a été mêlée ensuite avec l'eau de chaux : ce réactif, par le précipité blanc floconneux qu'il y a produit, y a indiqué la présence de l'acide phosphorique, et par conséquent celle du phosphore dans la matière soumise à la calcination.

En coordonnant les faits observés dans l'examen de cette matière grasse, l'on voit que celle-ci, par son inso-

lubilité dans la potasse, l'acide phosphorique qu'elle donne en la brûlant dans le nitrate de potasse, est identique, sous tous les rapports, avec la matière grasse blanche du cerveau, découverte par Vauquelin, et désignée depuis sous le nom de *cérébrine*.

3°. Les deux membranes, épuisées par l'alcool bouillant, ont été desséchées à + 100°; leur poids était alors de = 0,035. D'après la quantité d'eau qu'elles contenaient, il aurait dû être de 0,040, si elles n'avaient rien cédé à l'alcool; mais ce liquide en ayant extrait de la matière grasse, le poids de celle-ci se déduit facilement de la différence qui est de 0,005.

Après ce premier traitement, ces membranes se présentaient sous la forme de morceaux irréguliers, cassants, d'un aspect corné; l'eau bouillante n'en a point opéré la dissolution, mais leur a rendu leur mollesse et leur opacité; l'acide nitrique faible les a gonflées sans les dissoudre comme de l'albumine coagulée; enfin l'acide hydrochlorique pur et concentré les a dissoutes complètement à une température de + 25° à 30°, en prenant une couleur violacée, comme il s'en développe par le contact de la plupart des matières albumineuses avec le même acide, et comme nous l'avons observé nous-mêmes avec la matière animale du cerveau, que l'on s'accorde à regarder, d'après les expériences de Vauquelin, comme de l'albumine demi-concrète.

En résumé, l'on voit, par les expériences qui font le sujet de cette Note, 1° que la membrane rétine est formée des mêmes élémens que la substance cérébrale et nerveuse; 2° qu'elle en diffère par le rapport des prin-

cipes constituans; 3° qu'il résulte de nos expériences, que cette membrane est composée, sur 0,560, de :

Eau	0,520;
Matière grasse saponifiable et matière grasse phosphorée	0,005;
Albumine	0,035;
	0,560;

ou pour cent parties, savoir :

Eau	92,90;
Matière grasse saponifiable et matière grasse phosphorée	0,85;
Albumine	6,25.
	100,00.

Les nerfs optiques, immédiatement avant leur épanouissement dans l'œil, analysés par les mêmes moyens, ont donné pour résultat, savoir :

Eau	70,36;
Matière grasse blanche phosphorée, et analogue à celle du cerveau	4,40;
Osmazome et chlorure de sodium	0,42;
Matière soluble dans l'eau bouillante et analogue à la gélatine	2,75;
Albumine	22,07.
	100,00.

Cette analyse des nerfs optiques vient confirmer ce que Vauquelin avait avancé dans son intéressant travail sur la matière cérébrale de l'homme et des animaux, que les nerfs en général contenaient moins d'eau et plus d'albumine que la substance du cerveau. Notre travail prouve en effet que l'eau ne forme que les $\frac{7}{10}$ des nerfs, tandis qu'elle entre pour les $\frac{8}{10}$ dans le cerveau; que la proportion d'albumine s'élève à $\frac{22}{100}$ pour ceux-ci, tandis qu'elle n'est que de $\frac{7}{100}$ pour la pulpe cérébrale.

Sur *l'Absorption de l'oxigène par l'argent, à une température élevée.*

PAR M. GAY-LUSSAC.

M. LUCAS a, comme on sait, fait la remarque que l'argent fondu, au contact de l'air, en absorbait de l'oxigène, qu'il abandonnait ensuite en se solidifiant. Cette propriété est analogue à celle que possède le même métal, observée par Pelletier, de se combiner à chaud avec une quantité de phosphore double de celle qu'il peut retenir au moment où il se solidifie. L'expérience de Lucas, telle qu'il l'a décrite, ne donne que de très-faibles absorptions d'oxigène; souvent même on n'en obtient pas du tout. On réussit beaucoup plus sûrement en tenant de l'argent fondu dans un tube de porcelaine traversé par un courant de gaz oxigène. Après vingt-cinq à trente minutes d'une assez forte chaleur, on intercepte le courant de gaz oxigène, et on laisse tomber le feu. Il se produit bientôt un vide dans le tube de porcelaine, à cause de l'abaissement de température; mais, au moment où l'argent passe à l'état solide, il se dégage une quantité considérable de gaz oxigène.

Un autre procédé que je préfère au précédent, parce qu'il est encore plus simple, consiste à projeter du nitre par petites parties sur de l'argent tenu en fusion dans un creuset de terre. Après environ une demi-heure d'expérience, on retire le creuset, et on le plonge dans la cuve à eau sous une cloche. On n'a à craindre aucun accident. On a le temps d'engager le creuset sous la cloche; mais, une seconde à peine écoulée, il se dégage

tumultueusement une grande quantité de gaz oxigène. J'en ai obtenu, dans une expérience, vingt-deux fois le volume de l'argent. Si on laisse tomber le métal goutte à goutte dans l'eau froide, on voit de grosses bulles de gaz oxigène se dégager de l'eau; l'argent prend un aspect rugueux et mat très-agréable. Il est à remarquer que l'argent absorbe l'oxigène, quoiqu'il retienne encore un peu de cuivre, et que, par son affinité pour ce métal, il le préserve de l'oxidation. Cependant il absorbe d'autant plus facilement l'oxigène qu'il est plus pur, et il n'en absorberait pas du tout s'il était allié de quelques centièmes de cuivre. On ne peut douter que ce ne soit à cette propriété de l'argent d'absorber l'oxigène à chaud, et de l'abandonner en se solidifiant, que doit être attribué ce phénomène, que l'on exprime par le mot *rocher*, *végéter*, dans l'art de l'essayeur. Il est très-difficile d'empêcher l'argent très-fin de rocher, tandis que, lorsqu'il reste allié d'un peu de cuivre, de plomb ou d'or, cela est très-facile. C'est encore à cette même propriété de l'argent, de s'oxider à chaud, que doit être attribuée la perte de métal qui a lieu pendant la coupellation, et son absorption par la coupelle, surtout à la fin de l'opération.

NOUVEL *Œnomètre, ou instrument pour déterminer la quantité d'alcool contenue dans le vin ou tout autre liquide spiritueux.*

PAR M. ÉMILE TABARIÉ.

Nous nous empressons d'annoncer l'œnomètre dont M. Tabarié a enrichi l'économie industrielle, et qui ne

tardera pas, par son extrême simplicité, à devenir d'un usage général. Au lieu de recueillir l'esprit-de-vin, ce qui exige un appareil distillatoire, M. Tabarié fait bouillir le vin dans une chaudière découverte, et laisse l'alcool se perdre dans l'atmosphère. Il en apprécie la quantité par la différence de densité entre le vin et le rédidu de la distillation, après avoir remplacé exactement par de l'eau le volume du liquide évaporé. Cette idée très-ingénieuse l'a conduit à un appareil d'une grande simplicité, tout-à-fait manufacturier, qui peut être mis dans les mains de tout le monde, et qui donne avec plus de célérité et moins de soin des résultats aussi précis que le procédé ordinaire de la distillation. Il se compose d'une petite chaudière chauffée avec une lampe à esprit-de-vin; une traverse horizontale, près du fond de la chaudière, indique, au moment où elle n'est plus baignée par le liquide, que la réduction a été suffisante pour le dépouiller entièrement d'alcool. Les densités du liquide, avant et après l'opération, sont déterminées par un aréomètre à double échelle. Un thermomètre, pour les corrections de température, offre aussi une double graduation; l'une est l'échelle centigrade ordinaire; l'autre est une division particulière pour simplifier l'opération.

M. Tabarié a rendu son travail complet, et y a joint toutes les tables nécessaires. Il a été principalement adapté aux usages des distillateurs du midi de la France; mais il peut également servir partout ailleurs. Nous renvoyons pour les détails à l'instruction même qui accompagne l'appareil.

L'œnomètre complet est du prix de 40 francs. On le trouve chez M. Morin, opticien, Grande-Rue, n° 19, à Montpellier; et chez M. Collardeau, rue du Faubourg-Saint-Martin, n° 56, à Paris.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Octobre* 1830.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi
1	761,19	+11,0	74	760,76	+14,2	62	760,43	+15,6	50	761,27	+ 9,5	70	+15,6	+ 4,7	Quelques nuages.	O.
2	762,08	+12,8	72	761,60	+16,1	60	760,46	+16,3	53	760,20	+20,3	68	+17,0	+ 6,0	Quelques nuages.	S. S E.
3	760,64	+12,6	71	760,77	+16,0	60	760,44	+16,2	63	761,28	+10,0	63	+16,2	+ 5,6	Beau.	S. S. E.
4	763,20	+12,8	72	763,25	+17,8	70	763,04	+19,0	65	764,84	+13,0	80	+19,0	+ 7,5	Nuageux.	S
5	766,30	+13,7	74	766,06	+15,2	60	765,65	+15,0	52	766,46	+10,2	72	+15,2	+10,2	Quelques éclaircies.	N. O.
6	765,64	+10,5	75	765,32	+15,0	66	765,42	+15,8	51	765,82	+12 3	70	+16,0	+ 6,3	Très-nuageux.	O.
7	766,40	+13,2	73	766,54	+15,7	67	766,30	+15,7	55	767,50	+10,0	71	+16,2	+10,0	Couvert.	N. O.
8	768,60	+11,8	70	768,20	+15,5	69	767,50	+17,8	60	768,10	+12,0	76	+17,8	+ 7,3	Petits nuages.	N. O.
9	768,62	+12,5	75	768,45	+16,0	68	767,86	+15,7	68	768,22	+12,0	77	+16,2	+10,0	Couvert.	N O.
10	768,20	+12,5	72	767,42	+16,0	62	766,36	+17,3	57	766,03	+12,8	70	+17,3	+ 8.3	Nuageux.	E. N. E.
11	765,04	+12,0	73	764,16	+16,0	65	763,20	+16,5	60	762,90	+12,7	67	+16,5	+ 8,0	Nuageux.	N.
12	763,44	+13,3	80	763,10	+14,5	52	762,37	+13,3	60	763,00	+11,8	63	+14,5	+10,5	Couvert.	E. N. E
13	764,72	+10,9	62	764,58	+14,7	48	763,83	+15,2	42	764,56	+10,2	48	+15,2	+ 7,2	Beau.	N. E.
14	763,87	+ 7,3	47	763,07	+11,0	46	762,83	+13,3	40	762,13	+ 8,4	48	+13,3	+ 4,3	Beau.	N. E.
15	761,84	+ 6,5	62	761,35	+11,1	60	760,53	+13,7	58	761,15	+ 6,2	64	+13,7	+ 1,0	Nuages clairs.	E. N. E.
16	762,64	+ 6,8	64	762,50	+12,3	60	762,25	+14,3	60	763,65	+ 7,0	65	+14,3	+ 2,8	Nuageux.	N.
17	765,37	+ 7,2	76	765,30	+12,0	67	764,40	+14,7	48	764,06	+ 7,3	68	+14,7	+ 2,7	Beau.	N.
18	764,60	+ 7,5	78	763,84	+12,5	65	762,80	+15,3	50	761,57	+ 8,5	72	+15,3	+ 1,5	Nuages clairs.	E.
19	761,00	+ 8,2	78	760,84	+14 2	70	759,83	+15,4	67	759,68	+11,7	75	+15,7	+ 4,7	Couvert.	S. E.
20	761,68	+14,0	77	761,48	+17,5	71	761,13	+19,0	64	762,45	+13,0	74	+19,0	+ 9,8	Beau.	S.
21	764,75	+11,2	77	764,67	+15,5	75	764,58	+18,0	67	765,77	+11,7	80	+18,0	+ 7,0	Beau.	S. S. E.
22	767,26	+ 9,8	84	766,77	+16,0	78	765,84	+18,5	73	766,16	+10,3	88	+18,5	+ 5,8	Beau.	S. E.
23	766,60	+13,0	88	766,70	+15,5	84	766,65	+15,2	78	767,38	+13,7	89	+15,0	+ 8,0	Couvert.	O. N. O.
24	768,36	+ 9,8	86	767,90	+11 0	84	766,78	+13,0	75	766,93	+ 7,5	78	+13,0	+ 7,5	Nuageux.	N.
25	764,63	+ 8,5	80	763,09	+14,5	73	761,36	+14,2	60	758,70	+13,2	88	+14,7	+ 3,0	Nuageux.	S.
26	755,20	+ 9,0	88	757,05	+ 9,8	78	757,70	+12,0	60	763,06	+ 7,5	75	+12,8	+ 7,5	Couvert.	N. O.
27	767,60	+ 6,0	75	767,30	+ 8,7	56	766,53	+10,0	51	766,13	+ 7,7	65	+10,0	+ 3,0	Nuageux.	N. O.
28	762,33	+ 9,5	68	760,80	+12,5	70	759,68	+12,0	78	757,45	+13,3	84	+12,5	+ 8,8	Couvert.	S. O.
29	752,04	+12,2	71	752,58	+13,2	64	751,05	+13,2	60	752,36	+ 9,5	65	+13,7	+ 8,7	Nuageux.	O.
30	756,05	+ 6,9	84	757,06	+ 9,8	60	757,38	+10,5	50	759,94	+ 4,3	70	+10,5	+ 4,3	Nuageux.	N. O.
31	761,27	+ 5,7	78	760,74	+11,5	76	759,24	+ 9,2	82	759,74	+11,5	88	+11,5	+ 1,0	Couvert.	S. S. O.
1	765,29	+12,3	73	764,94	+15,7	64	764,35	+16,4	57	764,97	+12,2	72	+16,6	+ 7,6	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	763,42	+ 9 4	68	763,02	+13,6	60	762,22	+15,1	55	762 60	+ 9,7	64	+15,2	+ 5,3	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 0,880
3	762,45	+ [illegible]	80	762,44	+12,5	73	761,61	+13,1	67	762,15	+10,0	79	+13,6	+ 5,9	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 0,735
	763,64	+10,3	74	763,36	+13,9	66	762,69	+14,9	59	763,53	+10,6	72	+15,1	+ 6,2	Moyennes du mois,	+ 10,6.

SUITE.

Sur *la Fabrication du verre d'optique.*

Par M. Faraday.

Suite du § 1er.

(63) Les opérations qui suivent sont la partie de la fabrication, où l'on n'a pas encore bien arrêté l'ordre précis et le choix des procédés les plus avantageux. Jusqu'à la dernière expérience, on a fait des changemens; et ce ne seront que des essais encore plus étendus qui pourront définitivement fixer la marche à suivre.

(64) On allume le feu dans le fourneau, et l'on place un peu de coke au-dessous de la chambre à verre; la température s'élève graduellement. Dans l'espace d'une heure environ, le fond de la chambre commence à paraître en ignition; et, quatre heures après, les couvercles en fer du dessus sont ordinairement à la chaleur rouge-brun. Ces apparences sont utiles en ce qu'elles indiquent les progrès de l'opération. Quand le fourneau a été chauffé pendant la première demi-heure, on prend tous les soins possibles pour que la température puisse être pleinement soutenue jusqu'à la fin de l'expérience: outre l'espèce ordinaire d'attention donnée au feu, il ne faut point négliger d'alimenter de coke, par les ouvertures latérales, la partie inférieure de la chambre; car, si on y laisse entièrement consumer le combustible, la chaleur tombe bientôt, malgré la flamme

du charbon. Quoique le feu puisse bientôt paraître avoir atteint sa plus forte intensité, néanmoins la température continue à s'élever dans la chambre long-temps après ; car, à cause de la quantité d'ouvrages en briques latéraux qu'il y a à échauffer, il s'écoule ordinairement plusieurs heures avant que les murs de la chambre soient assez chauds pour que la cuvette et son contenu puissent être à leur plus haute température. En même temps il faut que l'on comprenne bien que la chaleur du verre dépend en grande partie, surtout au commencement d'une expérience, du nombre de couvercles sous lequel il se trouve, et qu'elle s'élève bien plus rapidement et beaucoup plus haut avec deux ou trois couvercles qu'avec un seul.

(65) Peut-être serait-il convenable d'examiner une fois le verre, au commencement de l'expérience, dans le but de s'assurer que le bassin et son contenu sont en bon état ; mais ordinairement on le laisse pendant six, huit ou un plus grand nombre d'heures, afin que la fusion puisse être complète, la température s'élever, et les bulles se dissiper. Quand on veut examiner le verre, on écarte les couvercles de terre cuite et de fer du dessus de la moitié de la chambre qui le renferme : cette opération met à découvert les couvercles à verre qu'on enlève avec précaution, un à un, à l'aide de l'instrument de fer, précédemment décrit et destiné à cette opération (61) ; à mesure qu'ils sont ôtés, on les place soigneusement dans la partie de la chambre la plus éloignée, qui reste encore couverte, et où ils sont maintenus chauds. Cette précaution empêche qu'ils n'éclatent, comme cela aurait lieu si on les exposait à l'air libre.

Quand on opère sur une grande échelle, et que par conséquent les couvercles sont tels qu'ils ne peuvent être tous placés ainsi, on met les plus grands sur les tuiles et les couvercles échauffés; mais celui qui recouvre immédiatement le verre, étant de grande importance, doit être placé en sûreté dans la partie la plus cachée de la chambre, afin qu'il y soit à l'abri de tout accident, et prêt à être replacé sur le verre avec le moins d'embarras possible.

(66) Du moment que le dernier couvercle est ôté, le verre est exposé à toutes les matières qui peuvent tomber des plaques de fer, des tuiles ou d'autres endroits; il faut donc, dans ces momens, une attention excessive pour maintenir la place libre d'ordures, et pour faire toutes les opérations requises avec le moins de mouvement possible. Le courant d'air chaud qui s'élève de la chambre, venant, dans son mouvement d'ascension, frapper contre le plafond, occasione fréquemment, par un changement de température et une agitation mécanique, la séparation de faibles particules de matières qui en tombant compromettent la pureté du verre : pour cette raison, il peut quelquefois être utile d'avoir un abri provisoire fixé au-dessus du fourneau, soit en fer-blanc, soit en planches, ou en toute autre matière qui ne laissera point tomber d'impuretés.

(67) Si, par quelque malheureux accident, un fragment de matière tombe dans le verre, il faut l'enlever sur-le-champ. Il ne s'enfoncera certainement pas, à cause de la grande densité du verre, et l'on peut l'enlever ordinairement avec facilité, en le saisissant, ainsi que le

verre qui l'entoure, avec le râble en platine (28), ou avec le cul de la poche de platine.

Dans cette opération, il faut prendre bien garde qu'il ne découle point de verre par-dessus les bords de la cuvette; car il en résulterait des impuretés, ou le très-grave inconvénient de cimenter ensemble la cuvette et les tuiles de terre cuite.

(68) Si, dans ce même moment, l'on s'apercevait qu'il y a surabondance de verre dans la cuvette, et qu'il n'existe pas une distance suffisante entre sa surface et les bords du platine, on en ôterait l'excès à l'aide de la poche : opération facile, mais qui doit être faite avec soin.

(69) Quand on s'est assuré que le verre est au point convenable, et que l'on n'en découvre point quelque portion sur le dehors de la cuvette, on remet en place les couvercles, on referme la chambre et l'on continue à chauffer. Si les couvercles étaient vitrifiés, il faudrait prendre quelque précaution dans leur arrangement; car, en plaçant le second couvercle sur le premier, s'ils se touchaient en quelque endroit de la partie vitrifiée, il se manifesterait plus tard entre eux une adhérence à cette place.

Ils ne doivent donc jamais être mis en contact, ou, si on ne peut s'en dispenser, on doit au moins placer un morceau de vieux platine en feuille dans l'endroit où le contact est inévitable (58).

(70) Pendant que le verre est couvert et soumis à une haute température, un courant d'air frais, introduit, comme je l'ai dit plus haut, par le tube à air, circule

autour de la cuvette pendant tout le temps de l'expérience.

Il devint nécessaire d'appliquer une soupape régulatrice à l'orifice extérieur de ce tube, car le tirage était si considérable qu'il refroidissait le verre, et qu'il introduisait beaucoup de poussière. Ayant des raisons pour croire que, quand même ce tirage serait beaucoup diminué, la quantité de suie et de poussière dont est chargée l'atmosphère de Londres, et surtout cette portion d'atmosphère puisée dans un laboratoire où travaillait un puissant fourneau, était capable d'occasioner un grand préjudice en dix-huit ou vingt-quatre heures, soit en colorant, soit en formant des stries, on fit des expériences sur les moyens de purifier l'air introduit.

On en vint facilement à bout, en employant deux ou trois bouteilles de Woulf, ou autant de jarres renversées l'une dans l'autre, et en mettant dans ces vaisseaux de l'acide sulfurique étendu ou des solutions salines, telles que, loin de communiquer quelque humidité à l'air, elles lui enlevassent son eau et sa poussière. Dans ce cas, l'air ne pénétrait point à travers le liquide, mais il en rasait seulement la surface, et avait le temps de déposer ses ordures pendant son passage dans les espaces formées au-dessus du fluide; mais, à la fin, on employa une disposition encore plus simple, consistant simplement en un tampon d'éponge sèche bien propre, adapté à l'extrémité du tuyau qui, tout en laissant passer suffisamment d'air, parut, d'après l'examen que l'on fit du verre, avoir exclu toute impureté.

(71) Pour que le verre soit beau, il faut qu'il satisfasse à deux conditions, toutes deux d'une grande importance,

et que notre procédé a pour but d'obtenir. L'une, qui est la plus essentielle, est l'absence de toutes stries et irrégularités de composition; l'autre d'être tout-à-fait exempt de bulles. La première s'obtient par l'agitation et le mélange parfait des matières; la seconde, par le repos; de sorte que les moyens requis pour réussir dans ces deux points sont directement opposés l'un à l'autre. Si l'action long-temps continuée de la chaleur n'était point capable d'altérer le verre, il serait fort aisé d'abord de le rendre uniforme en le brassant, et puis de le laisser à un état parfait de repos, jusqu'à ce que les bulles eussent disparu; mais je ne suis pas encore entièrement sûr du fait que suppose cet ordre d'opérations. Que le verre n'éprouve, par son exposition plus ou moins longue à la chaleur, qu'une altération très-minime, c'est ce que démontrent quelques expériences faites à ce sujet. Après avoir préparé et chauffé pendant plusieurs heures une portion de verre, je la brassais convenablement; puis je la divisai en parties plus petites, et je les exposai dans des cuvettes en platine pendant seize heures à différentes températures. Trois parties furent chauffées avec toute la puissance dont le fourneau était capable; trois autres le furent seulement jusqu'au rouge, ce qui peut être regardé comme une très-basse température; et trois autres encore à un degré intermédiaire: toutes furent refroidies lentement, et recuites pendant le même espace de temps. Les pesanteurs spécifiques de chacune, après les expériences, furent les suivantes :

Chaleur la plus forte.	5.4206	5.4211	5.4203	p. sp. moy.	5.42066.
Chaleur moyenne......	5.4253	5.4242	5.4255		5.42500.
Chaleur la plus faible.	5.4258	5.4262	5.4235		5.42516.
Verre avant les expér.	5.4247	5.4261	.....		5.42540.

(72) Malgré les irrégularités qui existent entre les expériences semblables, il paraît, d'après la comparaison des pesanteurs spécifiques moyennes, qu'il y a une diminution de densité graduelle, quoique faible, à mesure que les verres ont subi une plus forte chaleur. J'ai trouvé aussi que, quand le verre était assez bien brassé pour ne laisser aucun doute sur son mélange complet et parfait, il contenait des stries quand on le laissait dans le fourneau à une haute température pendant huit ou neuf heures.

(73) D'un autre côté, rendre d'abord le verre entièrement exempt de bouillons et transparent, et en expulser ensuite les irrégularités de composition, ne m'a point semblé une opération praticable, parce que le mâclage, de la manière dont je l'ai fait jusqu'ici, tend à introduire des bulles dans le verre; et, quoique fort petites, elles n'en sont pas moins une mauvaise chose. Nous avons donc adopté un procédé mixte que les expériences futures, comme je l'ai dit précédemment, corrigeront. Pour faire comprendre le procédé au point où il se trouve maintenant, je décrirai d'abord les circonstances liées au mâclage, leur influence sur les stries, et ensuite les moyens adoptés pour dissiper les bouillons.

(74) Ce n'est point un brassage et une agitation faibles qui peuvent rendre homogène un fluide de matières mélangées, surtout quand le mélange n'est pas très-fluide, mais qu'il a au contraire un degré considérable de ténacité, quelque peu semblable à de la poix ou à du sirop. On peut avoir une idée du degré de cette opération et de la nature générale des stries dans des fluides, en mettant quelques gouttes d'eau dans un verre rempli de

sirop de sucre blanc clair et saturé, puis remuant le tout.

On remarque alors combien les filandres sont lentes à disparaître ; et quand elles sont disparues, si on laisse le tout tranquille pendant quelques heures, il arrivera fréquemment que le liquide se séparera en deux parties ; l'une pesante dans le fond, l'autre plus légère au-dessus : si on les remue encore, elles reproduiront de nouvelles stries. Dans ce verre, le mélange doit être au plus haut degré de perfection ; car, s'il y a la moindre différence dans les diverses parties, il y aura des stries. Il n'arrive point que les différentes portions se disposent suivant leurs pesanteurs spécifiques ; dans ce cas, on pourrait peut-être séparer une partie de l'autre, après l'affinage et le refroidissement du verre ; mais les courans ascendans et descendans qui s'établissent inévitablement dans la matière fluide disposent les irrégularités de manière à produire le plus mauvais effet possible.

(75) L'instrument employé au brassage a jusqu'ici consisté en un morceau de platine en feuille qui, pour notre verre d'expérience de 7 pouc., a 6 p. $\frac{1}{4}$ de longueur et $\frac{3}{4}$ de pouce de largeur. Il est percé de plusieurs trous irréguliers, afin que, lorsqu'on le tire au travers du verre comme un râteau, il puisse bien mêler les différentes parties. Une tringle en fort platine, longue d'environ 13 pouces, y est rivée : son autre extrémité est vissée, dans le bout, d'une tige de fer pur qui sert de manche.

Il ne faut pas que dans le râble il y ait de petites cavités, car elles renfermeraient fréquemment de l'air ou de l'humidité, ce qui pourrait occasioner des

bulles dans la matière échauffée, et faire beaucoup de mal. On appliquera donc un peu d'or à l'endroit où la tige est attachée, et on le soudera de manière à ce que tous les creux soient parfaitement remplis. Il faut se pourvoir de râbles de différentes dimensions pour les diverses grandeurs de verres.

Avant de s'en servir, on les trempe dans l'acide nitrique affaibli, on les chauffe également au rouge à la lampe à l'esprit-de-vin, un moment avant de les plonger dans le verre, en commençant chaque expérience.

(76) Quand on est sur le point de brasser, on enlève les tuiles et les couvercles de fer de la première moitié de la chambre (44.49.65); les couvre-verres sont également ôtés et mis dans la partie reculée de la chambre (61.65); on passe l'examen du verre avec promptitude, pour s'assurer si tout est en bon état; l'opération du brassage commence alors. On introduit doucement le râble, afin qu'il ne puisse pas entraîner en bas de l'air avec lui; puis on le traîne dans le verre rapidement, mais d'une main sûre, de manière à bien mêler la matière, et sans risquer de lui faire franchir les bords de la cuvette, ou d'occasioner des bulles d'air. La chambre et ce qu'elle renferme sont refroidis par l'exposition forcée à l'air atmosphérique; en conséquence, lorsque l'agitation a été prolongée jusqu'à ce que la température du verre soit tellement descendue, que la matière commence à s'épaissir; on la discontinue, on enlève le râble avec précaution; on remet les cache-verres. Les couvercles de la chambre sont replacés, et on laisse élever la température pendant quinze ou vingt minutes, avant de recommencer l'opération.

(77) Toutes les précautions dont nous avons parlé plus haut (66) doivent être prises, dans cette circonstance, contre la poussière, la suie et autres ordures volantes. Dans l'opération du mâclage, il ne faut pas brusquement frapper avec l'instrument le fond ou les côtés de la cuvette; car le platine, fortement chauffé, est très-mou, et un trou serait bientôt fait; il ne faut pas non plus le pousser avec force contre les coins, le métal étant dans un état si favorable à l'adhérence que le moindre coup sur un endroit où le platine est doublé ferait coller les deux parties. En laissant le râble, en ignition, tomber sur le fond de la cuvette un peu plus vite qu'à l'ordinaire, il a adhéré à la place; et quand, par mesure de sûreté, on plaçait en dessous une plaque de platine, on la trouvait toujours collée à la cuvette, aux endroits où le râble avait porté avec un peu plus de force qu'ailleurs; on ne pouvait plus ensuite les désunir sans qu'il n'en résultat des trous dans le métal. Cette circonstance fut ce qui nous détermina à renoncer aux avantages que nous présentait l'usage de la plaque sous la cuvette.

(78) La chaleur qu'on a à supporter pendant le mâclage est très-considérable; les mains souffrent surtout; mais, dans ce moment-là, il n'est point possible d'abandonner le travail pour se dérober à cette incommodité. Il est donc très-avantageux de pouvoir garantir la main qui fonctionne; j'ai trouvé qu'un sac de toile un peu large, dans lequel la main pouvait entrer librement, convenait mieux à cet effet qu'un gant; car, comme il n'y a de contact que dans quelques endroits, la main est maintenue à une température beaucoup plus basse.

Deux petits trous, l'un au-dessous, l'autre au-dessus, permettent au manche du râble de traverser le sac obliquement ; de cette manière, il est facile de le tenir ferme, et le sac lui-même ne peut glisser du côté du verre. Il ne doit avoir que la grandeur nécessaire pour abriter le poignet ; autrement il gênerait les mouvemens ; il faut qu'il soit très-empesé et repassé, afin qu'il ne laisse point tomber de pluche dans le verre pendant la durée de l'opération.

(79) Le verre adhérant au râble, qu'on retire avec lui, indique, par son apparence, le caractère général et l'état de celui qui est dans la cuvette ; mais, pendant cet examen, l'expérimentateur doit bien se garder de le toucher ; car, s'il y a contact entre lui et le doigt, ou toute autre matière organique, lorsque le râble est replongé dans le verre en ignition, la partie touchée produira des bulles.

Il est donc important de conserver le râble parfaitement propre d'un mâclage à l'autre ; pour cela, on pose la partie en platine dans un bassin à évaporation, dont on recouvre l'ouverture.

(80) Si nous abordons les considérations relatives aux bulles d'après la nature des substances et la quantité de matière élastique présente au commencement, il nous paraîtra évident qu'elles doivent d'abord être très-nombreuses. Les plus larges montent bientôt à la surface, la brisent et se dissipent sans inconvénient ; les moyennes s'élèvent beaucoup plus lentement, et les plus petites ont si peu de pouvoir d'ascension, que les courans généraux établis dans le liquide paraissent suffisans pour les emporter de haut en bas ou dans toute autre direction,

et pour les retenir long-temps dans la masse. On peut se faire une idée de la longueur de temps nécessaire à l'ascension de très-petites bulles au travers d'un fluide ayant quelque ténacité, en prenant un verre plein de sirop de sucre blanc concentré, et en l'agitant un peu jusqu'à ce que de très-petites bulles se soient formées. Qu'on les laisse en repos, et l'on observera que, quoique les plus fortes s'élèvent rapidement, et les moyennes bientôt après, les plus petites séjourneront pendant plusieurs heures sous la surface, altérant la transparence du fluide; et ceci aura lieu, quoiqu'il n'y ait, dans ce cas, aucun de ces courans descendans, engendrés par des différences de températures, qui dans le verre concourent à retenir les bouillons sous la surface.

(81) La longueur de temps nécessaire pour débarrasser de bulles le verre, même en très-petites pièces, et quand on ne le brasse pas, me conduisit à conclure que le dégagement de la matière gazeuse ou vaporeuse n'avait point cessé avec la première fusion des substances; mais que le verre lui-même, fortement chauffé, continuait pendant quelque temps à en dégager de petites quantités. Il me vint aussi à l'idée que, dans ce cas, on pouvait hâter la formation de ces gaz, en avancer le dégagement, en mêlant au verre quelque substance étrangère, insoluble, pour agir comme un noyau, et qui opérerait l'effet du bois, du papier ou des grains de sable, introduits dans de l'eau gazeuse ou du champagne mousseux : ces matières forcent le gaz, qui a une tendance à se séparer du fluide, à le quitter, et plus parfaitement et avec bien plus de promptitude qu'il ne ferait sans elles.

(82) La substance à laquelle j'eus recours pour cet

objet fut l'éponge de platine. J'en fis choix, comme d'un corps solide à de hautes températures, inattaquable par le verre, facile à pulvériser, et qui conservait vraisemblablement pendant l'opération son état d'extrême division.

J'en décris la préparation dans l'appendice. Dans les expériences faites spécialement pour vérifier son action, on trouva qu'elle aidait puissamment au dégagement et à la séparation des bulles, et ensuite qu'elle tombait si complètement au fond qu'il n'en restait point une parcelle suspendue dans la masse. Le mâclage même ne rend pas cette poudre pernicieuse; car cette opération en fait coller au fond les particules, et le verre en est à la fin entièrement débarrassé.

(83) L'éponge de platine doit être parfaitement pure. On la réduit facilement en poudre en la frottant avec le doigt propre sur du papier blanc.

Il ne lui faut pas d'attrition avec quelque substance dure; cela brunit le métal et lui enlève ses aspérités qui aident très-avantageusement au dégagement des bulles. Quand elle est pulvérisée, on la chauffe de nouveau sur une feuille de platine à la flamme de la lampe à l'esprit-de-vin.

(84) La quantité de platine en poudre que j'ai ordinairement employée a été d'environ 7 ou 8 grains pour chaque livre de verre. Mais, pour que la diffusion fût générale et parfaite, j'y ai ordinairement mêlé dix ou douze fois son volume de verre pulvérisé. A cet effet, j'ai écrasé, dans un mortier en agathe bien propre, du verre grossier, dont la composition était semblable à celui de l'expérience; j'en ai séparé les parties les plus

fines des plus grossières, à l'aide d'une feuille de papier que je secouais en la tenant inclinée. Les premières étaient alors mêlées peu à peu avec le platine, et frottées légèrement avec le doigt pour effectuer une séparation parfaite du métal; les parties les plus grossières étaient ensuite ajoutées pour augmenter la masse. En cet état, le mélange était prêt à être employé.

(85) Le moment où il faut introduire cette préparation de platine est, ainsi que les époques du maclage, encore à trouver. Ordinairement, au moment du premier brassage, nous en saupoudrions, à l'aide de la poche en platine, la surface du verre bien fondu, et à une très-haute température. Cette méthode a l'avantage de mettre cette substance en contact avec le verre, quand il est fortement disposé à se débarrasser de l'adhérence de la matière gazeuse : elle favorise aussi le mélange de toutes les parties; mais elle nécessite une addition de verre frais, après que la fonte des matières a déjà duré plusieurs heures; elle introduit également beaucoup de bulles engendrées par l'air qui se trouve dans les interstices de la poudre.

(86) D'autres fois le mélange de platine et de verre ainsi préparés a été mis dans la cuvette au moment où on la remplissait de la quantité voulue de verre brut, et avant l'application du feu. On donnait alors une extrême attention à ce que la préparation fût répandue dans toute la masse; et, dans ces cas-là, son action commençait du moment où le verre en contact avec elle devenait fluide. J'incline à croire que cette dernière méthode sera définitivement reconnue la meilleure, et par la longueur de temps qu'elle accorde à l'action du platine,

et par la facilité et l'à-propos avec lesquels on peut l'introduire.

(87) Dans ces deux modes d'application, le platine s'est montré d'un grand secours; et depuis son usage, toutes les fois que le brassage n'a pas été nécessaire, le verre fabriqué s'est trouvé tout-à-fait exempt de bouillons.

(88) Comme je l'ai déjà dit, on n'a pas encore finalement décidé quels étaient les momens les plus propices au mâclage et au repos. En brassant, on introduit de l'air; il faudrait en conséquence éviter autant que possible cette opération vers la fin de l'expérience. Le repos, ou cet état du moins dans lequel il n'y a pas d'autre mouvement que celui qui est dû aux courans engendrés par de légères différences de température, occasione des stries, même après un mélange fait avec beaucoup de soin (71,72); il est donc également à craindre; et quelques variantes qu'on ait pu adopter, j'ai toujours trouvé fort important de terminer par un brassage fait avec soin. On peut considérer la description ci-dessous comme la marche suivie dans une expérience. Si l'éponge de platine n'a pas été introduite dans la cuvette avec le verre brut, on l'ajoute de la manière déjà décrite (85); et environ six heures après avoir allumé le feu, l'on brasse fortement (76). Vers la douzième heure, on recommence les mâclages, dans le but de rendre le mélange parfait, et on les répète toutes les vingt ou trente minutes jusqu'à huit ou neuf fois, suivant la fusibilité du verre et le degré de la chaleur (60); on laisse alors reposer la matière pendant six ou huit heures, afin que les bulles puissent monter et se dissiper; après quoi on

la brasse encore deux ou trois fois avec une attention particulière, pour qu'il ne s'y introduise point d'air, si c'est possible; puis enfin elle est mâclée pour la dernière fois.

(89) Ce dernier brassage a cela de particulier, qu'on doit le continuer jusqu'à ce que le verre soit tellement froid et épais qu'il ne puisse s'y former ni courant ascendant, ni courant descendant; on ne laisse plus ensuite élever la température : pour cela, l'opération exige quelques dispositions préliminaires. La première chose à faire est de débarrasser d'une quantité considérable de scories le conduit du fourneau, ou cette partie située sous la chambre (47). Ces scories sont le résultat de la fusion des cendres de tout le coke qui a été consumé dans cet endroit, et de celles du foyer qui y ont pénétré. On la tire sur les barres de la grille, à l'aide d'un râble à tiser qu'on introduit par les vides qui existent sous la chambre. Si on ne les enlevait pas dans cet état de fusion, il serait impossible plus tard de s'en débarrasser sans risquer d'endommager fortement le fourneau.

En même temps qu'on ôte les scories, on retire tout le coke. On vide le fourneau du combustible qui se trouve encore sur les barres de la grille, et on dégage ces barreaux des crayers qui peuvent y être attachés.

On fait tout cela promptement et sans trop de mouvement. On ferme les ouvertures du fourneau, on donne le temps de tomber à la poussière qui aurait pu s'élever; puis on ouvre la chambre, et l'on mâcle le verre. La chaleur aura baissé très-peu pendant ces opérations, et le mélange peut très-bien s'opérer; mais le râble, une

fois plongé dans la cuvette, ne doit point en sortir avant la fin de l'opération. Quand on ouvre le tisart ou le cendrier, l'air, pouvant librement entrer dans le fourneau, en aura bientôt abaissé la température, surtout aux endroits qui, comme le dessous du bassin, sont minces, et dont les deux surfaces sont, dans ce moment-là, exposées à l'influence de l'atmosphère.

La température du verre s'affaiblit dans le même rapport. On continuera toujours à brasser, quoique moins vivement, si cela est nécessaire; la matière s'épaissira peu à peu; on ne cessera que lorsque l'agitation pourrait risquer de faire sortir le verre de la cuvette; on retire alors le râble avec précaution. On n'a pas à craindre des courans dans le verre, car la température ne peut plus s'élever. On place un simple couvercle sur le bassin; l'orifice extérieur du tube à air est fermé à l'aide d'un bon bouchon; on laisse le tout refroidir encore quelques minutes pour plus de sûreté, jusqu'à ce que l'on suppose que le verre ait acquis la consistance d'une pâte épaisse; la recuisson commence alors. Le cendrier, le foyer et toutes les autres ouvertures du fourneau doivent être fermés; le second *couvre-verre* mis à sa place; la chambre close hermétiquement à l'aide de ses couvercles en fer et de ses tuileaux. On place une rangée de briques serrées les unes à côté des autres sur toute la surface supérieure de la chambre et du fourneau; on ferme le registre de la cheminée pour empêcher l'air de passer à travers le foyer, et on laisse refroidir le tout graduellement pendant plusieurs jours.

(90) La différence entre la température ordinaire et celle à laquelle cette espèce de verre commence à perdre

sa solidité et à s'amollir est tellement moindre qu'avec le flint-glass, qu'il est probable qu'il lui faut pour sa parfaite *recuisson* un temps beaucoup plus court qu'à ce cristal.

Pour éviter tout accident, sous ce rapport, l'on a donné quatre jours et quatre nuits à la recuisson des grandes pièces. Tout étant laissé dans l'état décrit plus haut, le contenu de la chambre serait encore chaud le sixième et même le septième jour, tant les dispositions prises lui permettent de refroidir graduellement; mais le matin ou le soir du troisième jour, suivant les circonstances, on tire tant soit peu le registre du tuyau pour laisser pénétrer une petite quantité d'air; de cette manière on facilite et l'on règle le refroidissement.

(91) Quand le four est froid, ainsi que ce qu'il renferme, on ouvre la chambre; si l'expérience a été bien conduite, on ne trouvera rien d'attaché, tout sera dans le même ordre qu'au commencement de l'opération. On ôte les supports en terre cuite, et l'on enlève le bassin. Après l'examen du verre, on regardera soigneusement l'extérieur de la cuvette, pour s'assurer s'il n'y a point eu de coulage aux coins ou par quelques trous imperceptibles; on marquera tous les endroits qui pourront être réparés à l'aide d'une pièce, pour les retrouver quand on voudra mettre le bassin en état de servir à une nouvelle expérience.

(92) Il s'agit alors d'enlever le verre de la cuvette; opération qui demande beaucoup de soin; on place le bassin sur un papier lisse et propre qui recouvre un linge; à l'aide d'un couteau émoussé et arrondi ou de quelque autre instrument moins dur, on détache l'un

après l'autre les coins des bords sur lesquels ils ont été ployés ; puis on entr'ouvre avec précaution les extrémités ; les coins se séparent alors facilement, et le platine se trouve partout dédoublé. En opérant de même sur chaque coin, on n'aura point de peine à détacher le platine des côtés du verre ; il n'y adhérera plus que par le fond. On écarte en soufflant, ou de toute autre manière, les fragmens de verre qui peuvent de temps en temps se former, afin qu'ils ne puissent pas couper le métal. On place le verre sur le bord d'une table en le tenant bien, et l'on détache le platine du dessous de la manière qu'on s'y est pris pour les côtés ; le verre et le métal se trouveront enfin séparés, le premier ne sera nullement endommagé, et le second aura bien peu souffert.

(93) Aussitôt après sa séparation, et avant qu'il ne puisse essuyer d'autres dommages que ceux qu'il était tout-à-fait impossible d'éviter, on plonge le platine dans de l'eau aiguisée d'acide nitrique, où on le laisse plusieurs jours.

L'acide étendu agit sur le verre adhérent au métal, en le dissolvant, et le platine est ainsi rendu propre à de nouvelles opérations (41). On sépare aussi les râbles de leurs manches de fer quand on n'en a plus besoin, et on les met dans le même bain. De cette manière, le platine est parfaitement nettoyé ; on le lave ensuite avec soin dans l'eau pure, puis on le chauffe au rouge ; il est alors prêt à servir à de nouvelles expériences.

(94) Tel est le procédé employé jusqu'à présent, et à l'aide duquel nous avons fabriqué des plateaux de verre pesant propre à l'optique, de 7 pouces carrés, et du poids

de 8 livres. Tout m'encourage à croire qu'il est susceptible d'être perfectionné, au point même peut-être de combler nos désirs. Mais, pour cela, il faut du temps et de la patience. Comme je l'ai dit précédemment, nous ne faisons que commencer nos expériences; et jusqu'à la dernière, nous avons vu des motifs de varier nos dispositions, et nous avons encore l'intention de faire des changemens : tout concourt à me convaincre que la dimension du plateau n'est point une circonstance qui occasione un accroissement de difficulté; mais qu'au contraire le succès de l'expérience sera plus certain sur une grande échelle que sur une petite.

Nous pouvons à volonté obtenir un verre tout-à-fait exempt de stries, d'une dureté irréprochable, et moins coloré que le crown-glass.

Mais l'absence de toutes stries et de toutes bulles combinées avec ce degré de dureté et de couleur qui rendent le verre propre à des objets d'optique : voilà le but où je tends, et que j'ai la confiance de bientôt atteindre.

(95) Aussitôt que les tables de verre sont séparées du platine et qu'on les a rapidement examinées, on les envoie à M. Dollond, qui s'acquitte alors du devoir spécial dont il est chargé dans le comité, en coupant ces pièces, les examinant, et même les travaillant en objectifs.

Il ne m'appartient pas de donner des détails sur les tentatives faites par cet artiste (comme membre de notre comité) dans l'intérêt de la science. Elles paraîtront, j'espère, quand il sera temps; et j'ai la confiance que

le manque d'un succès entier de ma part ne sera pas long-temps un motif de retard.

§ 2. *Qualités générales des verres pesans, propres à l'optique.*

(96) Nous avons produit une très-grande variété de verres, en modifiant les proportions des ingrédiens. Ils diffèrent beaucoup les uns des autres ; cette différence pourtant n'est point aussi grande que celle qui existe entre eux et le flint-glass. La pesanteur spécifique est très-considérable dans le borate de plomb, composé de doses simples, c'est-à-dire, d'environ 24 parties d'acide boracique et de 112 d'oxide de plomb ; elle s'élève souvent à 6.39 ou 6.4, le double de celle de quelques échantillons de flint-glass. Dans le borate de plomb silicaté, qui, en outre des quantités précédentes, contient 16 parties ou une dose de silice, elle est d'environ 5.44. A mesure que la proportion d'oxide de plomb diminue, la pesanteur spécifique devient moindre ; dans quelques-uns de nos échantillons, elle est descendue jusqu'à 4.2 ; la composition était cependant encore douée de la fusibilité et des autres qualités propres au procédé que nous avons décrit. La pesanteur spécifique du flint-glass pesant de Guinand est d'environ 3.616 ; celle d'un échantillon de flint-glass ordinaire, de 3.290 ; celle du plate-glass, de 2.5257 ; et celle du crown-glass, de 2.5448.

(97) Les pouvoirs réfringent et dispersif des verres croissent avec leur pesanteur spécifique, comme on devait s'y attendre. Les forces de deux d'entre eux, le borate de plomb et le borate de plomb silicaté, composés toujours de doses simples, ont été essayées par M. Herschel ; en voici le tableau :

	Borate de plomb.	Borate de plomb silicé.
Angle du prisme....................	29°.6	30°.26.
Index de réfraction pour les rayons rouges extrêmes..............	2 .0450	1 .8521.
Index de réfraction pour les rayons jaunes *maximum*............	2 .0652	1 .8735.
Index de réfraction pour les rayons violets extrêmes............	2 .1225	1 .9135.
Index de dispersion..............	0 .0740	0 .0703.

Ces intensités de pouvoir sur la lumière ne sont accompagnées d'aucune circonstance qui rende le verre impropre à la compensation des forces de dispersion du *crown* ou du *plate-glass*. On a construit trois objectifs, dans le but spécial d'éclaircir ce point ; ils ont tous démontré que la compensation, ou la correction, peut s'effectuer pour le moins aussi facilement qu'avec le flint-glass.

(98). Une circonstance extrêmement importante qui se rattache à l'application qu'on prétend faire de ces verres, est leur couleur. J'ai déjà rapporté et décrit (22.23) combien ils sont sujets à être affectés de teintes foncées dues à des impuretés métalliques : cette disposition crée une très-grande difficulté à les obtenir entièrement exempts de couleur. La teinte ordinaire tient plus ou moins du jaune, et doit être attribuée presque exclusivement à la présence d'une petite quantité de fer. Comme dans la plupart de celles qui proviennent des substances minérales, son intensité augmente avec l'élévation, et diminue avec l'affaiblissement de la température. On l'atténue promptement et d'une manière

durable, en augmentant les proportions, soit de la silice, soit de l'acide boracique. Le borate de plomb silicaté a été dernièrement obtenu d'une teinte si faible, grâce aux précautions prises relativement aux impuretés, et que j'ai décrites précédemment, que, si l'on regardait au grand jour à travers un plateau de ce verre ayant 9 pouces d'épaisseur, une feuille de papier blanc, elle offrait la teinte du citron. Du verre, dont la composition consistait en une dose = 112 oxide de plomb,

1 dose = 16 silice,

et $1\frac{1}{2}$ dose = 36 acide boracique,

ayant 7 pouces d'épaisseur et soumis à la même épreuve, présentait une couleur semblable à celle d'un bâton de soufre pâle. Le verre de tri-borate de plomb est presque aussi incolore que le bon flint-glasss; mais peut-être n'est-il pas à l'abri de reproches sous d'autres rapports.

(99) Comme le verre intercepte, proportionnellement à sa couleur, une certaine quantité de lumière, il est évident que l'on doit examiner sous ce rapport nos verres pesans relativement à leur emploi dans les télescopes; mais il n'y a point de raison pour supposer qu'on ne pourra point s'en servir par ce motif. La couleur du verre déjà obtenu est beaucoup moins intense que celle du crown-glass ordinairement employé dans la construction des télescopes, qui n'absorbe point cependant une quantité notable de lumière; et si, appliquant l'œil contre les bords de deux plateaux, longs de 8 à 10 pouces, l'un de notre verre pesant jaune, et l'autre en crown-glass, on regarde au travers, on sera sur-le-champ convaincu que le crown-glass intercepte beaucoup plus la lumière. La couleur du verre n'a d'autre

conséquence qu'une perte de lumière occasionée par l'interception ; car la teinte dont il colore les objets quand on les regarde à travers une lunette dont il fait partie, est à peine sensible à l'œil le plus délicat, et se trouve tout-à-fait sans importance. Lorsqu'à ces considérations on peut ajouter un espoir raisonnable et fondé de se débarrasser en grande partie de la faible teinte restante, en employant la silice purifiée (21), on aurait tort de présumer que l'expérience constatera la défectuosité du verre sous ce rapport.

(100) Il y a cependant une action du verre sur la lumière qui, dans les lunettes du moins, est bien plus à considérer que toute autre dans cette application, c'est le pouvoir de réflexion. Fort considérable dans tous les verres pesans, il est très-supérieur à celui du flint, et l'emporte de beaucoup en cela sur celui du crown-glass. Il est, comme on pouvait s'y attendre, proportionnel au pouvoir de réfraction et à la densité des verres, toutes ces propriétés augmentant avec l'oxide de plomb. La perte de lumière occasionée par la réflexion aux deux surfaces d'une pièce de verre que traverse un rayon lumineux, me paraît beaucoup plus considérable que la perte due aux actions réunies de la couleur et des bulles dans un plateau de 7 pouces d'épaisseur.

J'ai essayé de déterminer les quantités comparatives de lumière réfléchie par les verres pesans et par d'autres verres, dans quelques expériences photométriques faites d'après le principe des ombres semblables ; je ne mesurai que la réflexion à la première surface des différens verres, celle à la seconde étant détruite. L'angle d'incidence, dans tous les cas, était de 45°. Le rayon était

fourni par une petite lampe à un seul bec (*a*); quand il était réfléchi, l'intensité en était mesurée par l'éloignement d'une lampe pareille (*b*), dont la lumière directe projetait l'ombre servant à la comparaison.

L'uniformité des deux lumières, ou au moins de leur rapport entre elles, était déterminée par des essais qu'on faisait sur les surfaces réfléchissantes avant et après les expériences; on répétait deux ou trois fois l'épreuve sur chaque surface, à intervalles et en alternant, de manière que la préoccupation du résultat ne pût en aucun cas influencer l'esprit. La table suivante donne ces résultats; on a négligé quelques faibles décimales.

		pouces.		
Lumière *a* directe..........		10,70	1	1
——— réfléchie par le verre	5.	36,75	11,80	$\frac{1}{11,8}$.
	1.	40,69	14,46	$\frac{1}{14,4}$.
	4.	43,45	16,50	$\frac{1}{16,5}$.
	9.	47,31	19,56	$\frac{1}{19,5}$.
	6.	50,31	22,12	$\frac{1}{22,1}$.
	7.	51,63	23,29	$\frac{1}{23,3}$.
	3.	52,69	24,26	$\frac{1}{24,2}$.
	8.	54,33	25,80	$\frac{1}{25,8}$.
	2.	54,56	26,02	$\frac{1}{26}$.

La première colonne indique les verres détaillés ci-dessous; la deuxième donne la distance de la flamme *b*; la troisième, les nombres précédens élevés au carré et réduits à la lumière directe comme unité; et conséquemment la quatrième, la proportion de la lumière *a* réfléchie par la première surface de chaque verre. Le N° 5 était du verre composé d'une dose d'oxide de

plomb, d'une demi-dose de silice et d'une dose et demie d'acide boracique. Le N° 1 consistait en une dose d'oxide de plomb, 1 de silice et 1 $\frac{1}{2}$ d'acide boracique; le N° 4 en une dose d'oxide de plomb, 1 $\frac{1}{2}$ de silice et 1 $\frac{1}{2}$ d'acide boracique; le N° 9 était du flint-glass; les N°s 6, 7 et 3, différentes pièces de crown-glass; et les N°s 8 et 2, deux morceaux différens de plate-glass. Les N°s 1, 3, 5, 6 et 7 avaient leurs surfaces à l'état naturel; 2, 4, 8 et 9 étaient polis. On peut aisément remédier à la perte de lumière résultant de l'augmentation de la force de réflexion, en augmentant légèrement l'aire de la plaque; et il est reconnu que l'on peut obtenir, à l'aide de notre procédé ordinaire, des tables de toutes dimensions; mais ce sera à l'opticien de déterminer si cet expédient n'engendre pas quelque autre difficulté.

(101) Sous le rapport de la dureté, ces verres diffèrent autant les uns des autres que pour les autres qualités, et peut-être encore plus. Le borate de plomb est très-tendre, le bi-borate de plomb est plus dur, et le tri-borate égal en dureté au flint-glass. Le borate de plomb silicaté est plus tendre que le flint-glass; mais le verre dont la composition est une dose d'oxide de plomb, 1 de silice et 1 $\frac{1}{2}$ d'acide boracique est aussi dur que le flint-glass commun, tout en possédant ce degré de fusibilité, la couleur et les autres propriétés qui en font une variété dont on espère beaucoup.

(102) La dureté croît à mesure que l'oxide de plomb diminue; mais la fusibilité décroît dans le même rapport, et il est essentiel de conserver cette propriété à un certain degré pour se débarrasser des stries et des bulles. Le borate de plomb est tellement fusible qu'il s'amol-

lit et perd sa forme sous une couche d'huile bouillante. Le borate silicaté et le verre composé des doses ci-dessus rapportées sont précisément assez fusibles pour permettre l'opération nécessaire au traitement des stries et des bouillons.

(103) Il ne faut pas confondre la fusibilité de ces verres et des verres en général avec leur tendance relative à s'amollir par l'élévation de la température. Ce n'est pas le verre le plus tôt amolli qui devient le plus fluide à un certain degré de température donné ; car les verres, comme d'autres substances, varient dans leur facilité à passer à l'état fluide. Aussi nous est-il souvent arrivé dans les essais variés que nous avons faits de différentes compositions propres à la fabrication de nos verres, que quand les matières étaient placées les unes à côté des autres sur la feuille de platine, et exposées à la chaleur, celle qui s'était la première amollie ne devenait point aussi fluide sous une température élevée, que quelques autres échantillons qui avaient plus long-temps résisté à la première impression de la chaleur.

Cependant on a toujours remarqué que ces verres qui, exposés à une chaleur naissante, passent très-lentement de l'état solide à l'état fluide, étaient aussi ceux qui, soumis à une longue recuisson, étaient moins capables de prendre une structure cristalline ; on obtenait donc ainsi souvent des indications très-utiles pour les qualités probables des composés en expérience.

(104) Une considération très-importante relative à l'emploi de ces verres dans la construction des télescopes est leur facilité à être altérés et endommagés par l'action des substances qui se rencontrent ordinairement dans

l'atmosphère. Si on pense que la valeur d'un bon objectif monte fréquemment à plusieurs centaines de livres sterling, on ne regardera pas cet objet comme de peu de conséquence; et lorsqu'on sait que le flint-glass et le plate-glass sont même fréquemment endommagés de cette manière, il est permis d'éprouver un peu d'inquiétude relativement à la faculté de résistance des verres pesans. En effet, ils contiennent beaucoup moins de silice, substance qui confère la force de résistance, et beaucoup plus d'oxide de plomb, matière regardée comme la partie vulnérable, que l'une ou l'autre des deux premières espèces de verre.

(105) Les altérations superficielles du verre, qui peuvent avoir de l'influence dans son emploi en optique, sont de deux sortes. L'une se manifeste par la ternissure de la surface qui, lorsqu'elle est prononcée, engendre la coloration; on la produit facilement par la présence de l'hydrogène sulfuré qui, agissant sur l'oxide de plomb qui fait partie du verre, le réduit et forme un sulfure de plomb. Ceci n'a lieu qu'avec le flint-glass; cet effet est toujours dû à de l'hydrogène sulfuré ou à d'autres vapeurs sulfureuses. Dans le *plate-glass*, l'altération est d'une autre espèce : elle affecte l'aspect de petites végétations ou cristallisations qui interceptent la lumière partout où elles se présentent. M. Dollond, qui m'a fait voir des exemples de ces deux espèces d'altérations dans le *flint-glass* et dans le *plate-glass*, est porté à croire que c'est la seconde qui, pendant sa longue expérience, s'est toujours montrée la plus pernicieuse.

(106) Dès le commencement des recherches nous nous attendions à ce que ces verres pesans se ter-

niraient plus que le flint-glass ; mais comme des échantillons de borate de plomb et d'autres composés de ce métal extrêmement denses avaient été abandonnés fort long-temps à l'air libre, sans aucune précaution particulière, et que néanmoins ils n'avaient point éprouvé cette sorte d'altération, cela nous encourageait à continuer les essais. Quoique les échantillons exposés à des atmosphères contaminées à dessein d'hydrogène sulfuré se ternissent promptement, et beaucoup plus que tout flint-glass, il ne s'ensuivait pas cependant que la même chose dût avoir lieu dans une lunette; puisque surtout, d'après la construction des objectifs achromatiques, ils se trouvaient puissamment garantis par le tube et la lentille de *crown* ou de *plate-glass*, et qu'ils pouvaient en même temps admettre, comme on avait l'intention de le faire, une protection chimique extérieure.

(107) L'espèce de protection qui se présente à l'esprit est l'application, dans l'intérieur du tube, de substances telles que, grâce à leur attraction puissante pour les vapeurs sulfureuses, elles puissent maintenir dans l'intérieur l'atmosphère libre de ces gaz. Le carbonate de plomb, le borate de plomb précipité ou la litharge bien broyée, mêlée avec la couleur qu'on emploie ordinairement pour noircir l'intérieur du télescope, afin d'absorber la lumière diffuse, remplirait probablement ce but complètement.

(108) Une influence très-remarquable et très-importante de l'alcali à faciliter la ternissure des verres contenant de l'oxide de plomb, fut découverte dans le cours de ces expériences ; et, quand la quantité de plomb dans le flint-glass dépasse seulement un peu les proportions

ordinaires, son effet se manifeste puissamment. Le flint-glass ordinaire est composé de 33.28 oxide de plomb, de 51.93 silice et de 13.77 potasse; on peut ne pas avoir égard aux autres parties intégrantes, vu qu'elles ne s'y présentent qu'en très-petite quantité. L'oxide de plomb forme ici 33.28 centièmes du tout, et si on l'augmente tant soit peu, dans l'intention d'accroître la puissance de dispersion, le verre est sujet à se ternir à l'atmosphère ordinaire de la ville. C'est le cas d'un échantillon de verre de Guinand, que j'ai analysé, et qui contient 43.05 d'oxide de plomb, 44.3 de silice et 11.75 de potasse. Mais, pourvu que l'alcali soit écarté, la quantité d'oxide de plomb peut être considérablement augmentée. Du verre contenant 64 pour cent d'oxide de plomb, combinés avec 36 pour cent de silice, ne s'est point terni, quoique ayant été exposé pendant dix-huit mois sur les mêmes tablettes que du flint-glass qui y a perdu sa diaphanéité. L'exemple suivant montrera cet effet d'une manière encore plus sensible : on combina à poids égaux de la silice et de l'oxide de plomb, et le composé, exposé depuis février 1828 à l'atmosphère ordinaire, ne parut point avoir de tendance à se ternir. On fondit 8 parties de ce verre avec une quantité de coquilles incinérées équivalente à une partie de potasse, et on en fabriqua un verre qui s'est depuis beaucoup terni. Puis on fondit 8 autres parties avec 3 parties d'oxide de plomb, de manière à doubler presque la proportion de ce dernier ingrédient; on obtint un verre sans alcali, qui n'a pas encore présenté la plus légère apparence de ternissure.

(109) Voilà pour quel motif nous avons tant tenu à exclure l'alcali de la préparation des ingrédiens propres

à la fabrication du verre pesant (18.24) : voilà aussi pourquoi du flint-glass pesant, comme je l'ai précédemment rapporté, s'est autant terni que quelques verres plus pesans, quoiqu'il contînt beaucoup moins de plomb, et qu'il ait une pesanteur spécifique beaucoup moindre. Cette influence de l'alcali est liée (peut-être même en est-elle l'effet direct) à une autre circonstance qui développe la facilité du verre à s'altérer : je veux parler de l'action de l'eau, ou de l'humidité de l'air qui est souvent puissante, et qui paraît dépendre de la présence de l'alcali.

(110) Si l'on réduit en poudre très-fine, dans un mortier d'agate, une petite quantité de flint-glass, qu'on la place sur un morceau de papier de curcuma, puis qu'on l'humecte d'une goutte d'eau pure, l'alcali volatil manifestera sa présence d'une manière non douteuse. Le même effet se reproduira avec le *plate-glass* ; et si la pulvérisation est parfaite, on découvrira l'alcali dans des verres contenant de bien moindres quantités de cette substance qu'aucun de ceux cités. Cette expérience, due à M. Griffiths, montre que, à quelque état de combinaison que soit l'alcali, il a de l'influence sur l'humidité, et est soumis à son action. Une expérience que je fis il y a quelques années, prouve aussi que le flint-glass n'est nullement un composé résultant de très-fortes affinités chimiques. Je pulvérisai du flint-glass; la poudre, extrêmement fine, en noircissant avec presque autant de promptitude que du carbonate de plomb, indiqua la présence, dans l'air, de l'hydrogène sulfuré. On peut considérer le verre plutôt comme une solution de différentes substances, l'une dans l'autre, que comme une

puissante combinaison chimique; et elle doit généralement sa force de résistance à son état parfaitement compacte et à l'existence, autour de la surface, d'une enveloppe insoluble et inaltérable de silice ou de matière fortement silicatée.

(111) L'alcali, à cet état de demi-combinaison et d'hygrométrie, paraît être la cause de cette couche d'humidité dont se couvre le verre commun quand on l'expose à l'atmosphère sous une température moyenne. Cette couche est tout-à-fait propre à condenser toutes les portions de vapeurs sulfureuses qui peuvent flotter dans l'atmosphère, et les met ainsi en contact avec l'oxide de plomb, dans les conditions les plus favorables pour produire cette action qui est la cause directe de la ternissure; et bien, le verre pesant est exempt de cette cause d'action; c'est ce qui m'a expliqué d'une manière satisfaisante pourquoi les verres pesans ont si peu souffert quand on les a abandonnés à l'air libre, avec tout aussi peu de précautions que les autres verres.

(112) Une différence extraordinaire existe entre les propriétés électriques de ce verre et d'autres verres, due principalement à la même absence d'alcali. Les verres ordinaires *flint*, *plate* ou *crown*, ainsi revêtus de cette enveloppe hygrométrique, conduiront librement l'électricité sous des circonstances communes. Ainsi, qu'on touche, avec ces verres à leur état ordinaire, un électromètre à feuilles d'or, auquel on aura préalablement communiqué de l'électricité, la divergence y cessera sur-le-champ, même quoique la main soit éloignée de deux ou trois pieds du point en contact avec l'instrument. Si l'on fait la même expérience avec nos verres

pesans, ils n'auront pas sensiblement le pouvoir de soutirer l'électricité ; mais ils l'isoleront, aussi bien que la cire à cacheter ou que la gomme laque. Si l'on frotte légèrement un de ces plateaux de verre avec de la flanelle ou de la soie, sans l'avoir préalablement chauffé ni séché, il devient en un instant fortement électrique, et conserve son électricité pendant long-temps. Il serait presque impossible de développer l'électricité par des moyens aussi faibles dans le *flint*, le *plate* et même le *crown-glass*, à un état semblable. Le verre pesant peut donc faire un électrophore aussi bon que la laque et que la résine ; et par la suite on trouvera probablement à l'utiliser dans des expériences électriques. Mais le point important ici, c'est la preuve que de telles propriétés électriques donnent de l'absence de cette couche humide, si constante sur les autres verres.

(113) Toutes ces circonstances sont favorables à l'opinion, que le verre pesant ne sera pas exclu de la construction des lunettes, à cause de sa tendance à se ternir, surtout si l'on prend, pour le protéger contre les vapeurs sulfureuses, les précautions que nous avons décrites ci-dessus : on ne prévoit pas devoir rencontrer de difficultés à conserver de l'air à l'abri d'une telle souillure dans un espace limité et clos.

Il aurait été beaucoup plus difficile de le maintenir sec, si cela eût été nécessaire, sous les circonstances nombreuses d'une température variable, et avec les changemens inévitables de l'air plus ou moins fréquens.

(114) L'autre espèce d'altération superficielle, c'est-à-dire, cette corrosion ou cristallisation qui a lieu prin-

cipalement sur le *plate-glass*, est due également sans doute à la présence de l'alcali. Quelquefois même, on a trouvé des échantillons de verre où, l'alcali étant trop abondant, un effet semblable, mais bien plus étendu, s'est manifesté sur toute la surface; ce verre finit par tomber en écailles.

Il nous importe peu de savoir si l'on doit attribuer l'altération à l'alcali agissant, soit sur l'eau seule, soit sur l'acide carbonique et les autres substances qui existent dans l'air, soit enfin sur toutes à la fois, puisque le verre dont nous parlons est tout-à-fait exempt de la matière qui est la source de cette action.

(115) Parmi le grand nombre de verres fabriqués, il y en a plusieurs de compositions différentes dont on a fait choix, à cause de leurs propriétés et de leurs caractères généraux, pour les soumettre à des essais et à des recherches plus étendus quand le temps le permettra. Il est actuellement inutile d'en parler, car les expériences futures modifieront probablement tout ce qu'on pourrait en dire maintenant.

Jusqu'à ce jour et pendant un certain temps il doit encore en être ainsi; l'attention a été dirigée vers l'établissement d'une méthode qui, capable de donner avec certitude du verre propre à l'optique, fût tellement arrêtée dans tous les points de sa théorie et de sa pratique, qu'on pût la décrire assez clairement pour mettre à même toute autre personne d'obtenir, avec des soins médiocres, les mêmes résultats sans éprouver la peine de longues et fastidieuses recherches.

APPENDICE.

Four de fusion.

Le seul four de fusion qui ait été construit répond parfaitement bien à sa destination; et, quoique le second qu'on devait faire fût conçu sur une plus grande échelle, je pense qu'il vaut mieux décrire avec soin celui dont nous avons fait usage, que d'indiquer des modifications que l'expérience n'a point encore sanctionnées, et cela d'autant plus, qu'il ne semble pas qu'en principe des différences soient nécessaires dans un four plus étendu. Une boîte de fer (fig. 3 et 4), longue de 30 pouces, ayant 14 pouces de largeur et 8 pouces et demi de profondeur, forme en grande partie l'extérieur. Le haut est entièrement ouvert, et le fond l'est également sur le devant, où doit être placée la grille du foyer.

Elle a sur sa face antérieure une porte de fourneau en fer, construite comme à l'ordinaire; l'ouverture a 8 pouces de large sur 6 pouces de haut; sur sa face opposée ou sur le derrière du fourneau, existe, un peu de côté, une ouverture de 6 pouces $\frac{1}{2}$ sur 4 $\frac{1}{2}$ pour un bout de tuyau destiné à lier le fourneau à une puissante cheminée. Les côtés de cette boîte et la partie du fond qui n'est point destinée à la grille du foyer sont doublés en pierre à feu de 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, excepté à l'endroit de l'âtre où elle est de 2 pouces $\frac{5}{8}$. La grille a 12 pouces de long sur 8 pouces de large; la partie qui règne au-dessus est fermée par une tuile ayant 12 pouces carrés sur 2 pouces d'épaisseur, qui, posant sur les bords de la garni-

ture en pierre, termine la partie destinée au feu de charbon, et lui laisse 5 pouces $\frac{1}{2}$ en profondeur depuis le plafond jusqu'à la grille.

L'autre partie est couverte par une plaque en fer longue de 17 pouces $\frac{1}{2}$, large de 13 pouces, et ayant $\frac{5}{8}$ de pouce d'épaisseur, qui, posant sur le bord de la pierre, clôt un espace de 16 pouces de long, 10 pouces de large, sur 5 pouces de profondeur, destiné à recevoir les creusets. Cette plaque est garnie de trous circulaires ayant 3 pouces, ou un peu plus, de diamètre, disposés, comme on le voit dans la planche, de manière à ce que les creusets qu'ils reçoivent puissent laisser autour d'eux tout le vide nécessaire au coke et à la flamme. Chaque trou a son couvercle à creuset, rond; ils servent à fermer les ouvreaux qui ne sont point occupés.

Comme la plaque devient très-chaude pendant l'expérience, il est nécessaire d'en avoir une seconde au-dessus, qui peut être formée d'une feuille de tôle percée de trous correspondans aux premiers, et qui mise en place se trouve séparée tant soit peu de la première au moyen de morceaux de tuyau de pipe, ou de toute autre matière convenable, pour renfermer une couche d'air; mais il vaut beaucoup mieux, pour conserver la chaleur et pour la propreté du dessus, que cette seconde couverture soit composée de pièces en terre cuite, disposées les unes à côté des autres de manière à couvrir la surface de la plaque de fer, dont un léger intervalle la séparera.

Les creusets employés ont 5 pouces de haut en dehors, 3 pouces $\frac{1}{4}$ de diamètre en haut, et 2 pouces de diamètre au fond. Ils sont en pur biscuit de porcelaine,

parfaitement blancs et propres. Ils doivent être aussi minces que possible, de l'argile la plus fine et la plus réfractaire et cuits à une très-forte chaleur.

Nous avons quelques creusets faits il y a environ trente ans par M. Hatchett, qui, quoique n'ayant pas les dimensions voulues, sont précisément de l'espèce d'argile demandée. Ils ont servi plusieurs fois de suite sans se fendre et sans éprouver d'effet sensible de la part du verre; et ils ne lui ont pas non plus communiqué la moindre impureté.

Quand ces creusets sont arrangés dans le four, ils sont portés par des espèces de socles en terre fabriqués avec de la brique ou de la tuile de Cornouailles; ainsi échauffés, leurs bords s'élèvent d'environ $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ de pouce au-dessus de la surface de la dernière couverture, de manière que les impuretés ne puissent s'y introduire. Les ouvreaux doivent être de dimensions telles que, lorsque les creusets sont brûlans, ils y soient à l'aise, qu'ils ne puissent pas être endommagés, et pour que les vapeurs qui se dégagent de la composition s'échappent facilement par les intervalles laissés autour des pots.

Les couvercles des creusets sont des bassins à évaporation d'environ 4 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre.

Un fil de platine assez fort pour l'usage auquel on le destine s'étend autour de la convexité du bassin; ses deux extrémités sont attachées au bord du couvercle en deux points diamétralement opposés; dans le milieu de sa longueur, il est plié de manière à former un coude dans cette partie. On introduit l'extrémité recourbée d'une tringle en fer dans cette anse ainsi formée pour changer le couvercle de place. Quand un creuset est

employé, le couvercle doit être disposé de manière à ne pas toucher le vaisseau, mais à reposer par ses bords sur le plateau en terre cuite qui l'environne.

Nous avons déjà décrit précédemment les râbles en platine dont on se sert avec ce fourneau (28.75). Fig. 5.

La poche en platine consiste en un petit creuset de ce métal auquel est rivée une tige en platine qui est elle-même vissée à un manche en fer.

On comprendra parfaitement la manière de se servir de ce fourneau et de le construire, par la description ci-dessus et par ce qui a été dit précédemment (26, etc.).

Le creuset ne doit jamais être brusquement chauffé ni refroidi.

On peut introduire le coke et l'arranger par les ouvreaux qui ne sont pas occupés. Depuis l'épreuve faite dans le plus grand fourneau, de l'effet avantageux produit par un baquet d'eau placé sous les barreaux de la grille (45), on en emploie constamment un dans le four que nous venons de décrire.

Four d'affinage.

Ce four, dont la forme extérieure est celle d'un parallélipipède, est en maçonnerie de brique, adossé à un mur; il a 45 pouces de largeur, 28 pouces de haut et 64 pouces de long depuis la partie extérieure du foyer jusqu'à l'entrée de la cheminée contre laquelle il est construit (Fig. 6, 7 et 8). C'est le seul qu'on ait encore bâti; et, par les raisons précédemment alléguées, je le décrirai tel qu'il est. Le foyer est à un bout, la flamme et la fumée se dirigent de ce point vers l'autre extrémité, puis gagnent immédiatement la cheminée. Le foyer a 15

pouces de devant derrière, 13 pouces de large et 11 pouces $\frac{1}{2}$ depuis la voûte jusqu'aux barreaux. Ses parties latérales ou celles qui partent du mur sont en brique; on a donné à chacune d'elles 18 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur pour la stabilité de la construction.

La bouche du foyer a 8 pouces sur 6; elle est ouverte dans une pierre à feu qui a 7 pouces de largeur à partir de la maçonnerie de brique; son arête inférieure est de niveau avec un seuil en pierre à feu qui, saillant en dehors depuis le foyer jusqu'au parement extérieur de la maçonnerie, forme une tablette sur laquelle reposent deux briques qui servent, en place de porte, à fermer le tisart du fourneau. Le cendrier a 25 pouces de long, 12 pouces de large sous le feu, et 10 pouces de hauteur jusqu'aux barreaux. Un baquet en fer laminé, dont les joints sont bien rivés ensemble, dont les bords ont 5 pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur, en occupe la partie inférieure. On le maintient plein d'eau, et il est toujours tenu en ébullition par le rayonnement de la chaleur et par les cendres chaudes qui y tombent.

Depuis le derrière du foyer et à 2 pouces au-dessus du niveau des barreaux, la maçonnerie de brique règne horizontalement et vient s'appuyer tout contre le tuyau de la cheminée. Les côtés de cette partie sont verticaux et ont 12 pouces d'épaisseur; ils s'élèvent, en contre-haut, de 14 pouces sans interruption; mais à 5 pouces du fond ils sont en retraite de $\frac{1}{3}$ de pouce, de manière à y former appui. Cet appui a pour objet de recevoir les extrémités de quelques tuiles qui, lorsqu'elles sont en place, constituent le plafond du fourneau et la sole de la chambre à verre; mais le tout est construit de manière

à ce que les tuiles puissent être mises et enlevées à volonté sans rien déranger au reste. Le côté ou plutôt l'extrémité de la chambre la plus voisine du foyer consiste en une tuile à feu qui termine et forme la façade de la voûte en brique qui règne sur le foyer, et s'étend 9 pouces en contre-bas depuis la maçonnerie jusqu'aux appuis de côté que nous venons de décrire ; l'autre extrémité de la chambre se termine de la même manière ; au-delà le conduit continue de la manière la plus convenable et la plus directe, mais sans aucune contraction inutile, jusqu'à la cheminée.

La longueur de cette ouverture supérieure est, non compris la chambre, de 25 pouces ; sa largeur est de 12 pouces $\frac{3}{4}$; quand les tuiles du fond sont en place, elles laissent une profondeur de 5 pouces à cette partie du fourneau ou conduit qui se trouve sous la chambre, qui a également jusqu'à son extrémité 35 pouces depuis le foyer, et qui, à l'exception de quelques supports qui s'y trouvent, a 12 pouces de largeur.

Ces supports sont construits en même temps que le fond du conduit.

Ils sont indispensables à la durée et à la régularité du plancher de la chambre à verre, et exigent beaucoup de convenance dans leur arrangement. Ils consistent en briques posées debout, de manière que leurs faces les plus étroites soient tournées vers les extrémités du fourneau.

Leurs surfaces les plus larges sont parallèles aux côtés du four. Ils s'élèvent au-dessus du fond du conduit à la même hauteur que les appuis existant sur les côtés de la maçonnerie de brique, c'est-à-dire, à 5

pouces; ils servent avec eux de soutien aux tuiles du plancher. Il y en a trois dans notre fourneau, placés en ligne droite, à égale distance des deux côtés du conduit; ayant 2 pouces ½ d'épaisseur, ils laissent pour le passage de la flamme et pour le coke des vides de 4 pouces ¾ de largeur. Le premier de ces piliers est à 2 pouces de l'arête intérieure du foyer et s'étend de 4 pouces dans cette direction; le second est à 4 pouces du premier; le troisième est placé à 6 pouces de celui-ci.

Pendant le travail du fourneau, on alimente cet endroit de coke, et on dispose le combustible à travers deux ouvertures de niveau avec le conduit, et ménagées dans le flanc du four par la suppression d'une brique. Elles sont placées de manière à se trouver presque en face des vides que l'on aperçoit entre les piliers quand on regarde perpendiculairement à la direction de la flamme; on les marge à l'aide de briques isolées et d'un morceau de papier qu'on place devant elles et que la pression extérieure de l'atmosphère y fait adhérer. Ces trous règnent dans l'épaisseur des murs du fourneau, et ont 17 pouces de longueur. Les tuiles qui composent le plancher de la chambre et le plafond du conduit sont en argile de Cornouailles (52.53), ou du moins celle qui forme la moitié la plus voisine du feu doit être de cette matière; mais l'autre, qui n'est pas aussi fortement chauffée et qu'on ne remue jamais, peut être d'une autre argile et avoir 2 pouces ¼ d'épaisseur. La tuile la plus voisine du feu doit transmettre la chaleur au verre; et si elle est en argile de Cornouailles et soutenue, comme je l'ai dit, elle sera suffisamment forte avec une épaisseur de ¾ de pouce. On l'usera par le frottement jusqu'à ce qu'elle

aille parfaitement juste (53) ; et, quand elle sera bien ajustée, on lutera ses bords avec un peu de terre à four.

Je n'ai point encore parlé d'une partie du fourneau qui doit être arrangée à mesure que la maçonnerie s'élève : c'est le tube à air (55). Il est en porcelaine vernissée. Il traverse horizontalement le flanc du fourneau de manière que son orifice intérieur est à 2 pouces de l'extrémité de la chambre à verre, et son arête inférieure de niveau avec la surface supérieure de la tuile de Cornouailles qui forme le plancher; tandis que son ouverture extérieure affleure au dehors le parement de la maçonnerie ; sa longueur est de 17 pouces, son diamètre intérieur de $\frac{7}{8}$ de pouce. Les petits bouts qui forment le tube d'ajutage sont longs de 6, 7 et 8 pouces, leur diamètre intérieur a $\frac{7}{10}$ de pouce, leurs extrémités se terminent ordinairement obliquement.

Toutes ces parties du fourneau, qui sont en contact avec le feu ou qui en sont voisines, sont construites avec les meilleures briques à feu posées avec terre grasse ; mais les côtés de cette partie de la cavité précédemment décrite qui constitue la chambre à verre, sont en tuiles à feu, et s'élèvent environ d'un pouce au-dessus de la maçonnerie en brique contiguë ; ils forment autour un rebord élevé, qui, tout en s'opposant mieux à l'introduction des ordures par cette interruption de niveau, permet aussi aux couvercles de la chambre à verre de fermer plus hermétiquement. Ces couvercles sont trois plaques de fer travaillé, ayant chacune $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur et 16 pouces de long ; mais leurs largeurs varient et sont de 7, 10 et 12 pouces. Placés les uns à côté des autres, ils abritent l'entrée de la chambre ; mais,

variant dans leur juxta-position, ils permettent d'augmenter ou de diminuer cette ouverture selon les besoins de l'opération; chacun d'eux a une poignée courte et solide fixée au centre de la surface supérieure.

Outre les couvercles de fer, il y a une rangée de couvercles en argile, consistant en 6 tuileaux carrés ayant chacun 1 pouce $\frac{3}{8}$ d'épaisseur. Ils sont entaillés pour laisser passer les poignées des couvercles en fer; et, réunis au-dessus de ceux-ci, ils forment une couverture en argile qui aide parfaitement bien à conserver la chaleur.

Les tuiles et les briques employées dans l'opération de la recuisson sont de l'espèce ordinaire, avec quelques morceaux de dimensions différentes pour permettre l'ajustement parfait du tout.

Les blocs d'appui en terre cuite, nécessaires à l'arrangement et au soutien de la cuvette de platine, devraient être fabriqués de quelque espèce d'argile douce non vitrifiée, contenant le moins de fer possible, différant en épaisseur, en dimensions et en formes, quoique les parallélipipèdes soient le plus employés. Ils ne doivent point être de nature à éclater quand ils sont échauffés; et lorsque du verre y adhère, il faut les nettoyer ou les jeter. La tuile de Cornouailles précédemment décrite (52.53) est exellente pour cet usage; on lui donne la forme qu'on désire à l'aide de la scie, de la râpe ou de la meule.

Les couvercles à verre (60, etc.) employés jusqu'ici ne sont que des bassins à évaporation renversés. Ils remplissent parfaitement bien leur objet, si ce n'est que, lorsqu'ils sont grands, ils sont trop forts, trop lourds

et trop profonds. Il y a donc une amélioration à introduire pour les couvercles; et comme ils n'ont qu'à porter leur propre poids et à tenir ensemble, ils doivent être d'argile très-réfractaire et très-cuite; il est à désirer peut-être qu'ils soient légèrement vitrifiés, pour les conserver propres, et prévenir l'absorption de toute substance qui pourrait projeter des vapeurs nuisibles au verre.

Quant aux outils à feu, nécessaires au fourneau, le besoin en indiquera le choix. Il faut entre autres une paire de pincettes propres à enlever promptement ou les tuiles en terre cuite ou les couvercles en fer. Un râble à scories et à coke et une barre en fer courbée à l'une de ses extrémités, destinée à briser, en agissant de bas en haut, les crayers qui peuvent s'attacher aux barreaux de la grille.

Préparation de l'éponge de platine.

Le platine destiné à cette préparation doit être pur; on peut employer à cela les débris de vieilles cuvettes mises au rebut, tirés de la solution acide (93) et condamnés comme inutiles à d'autres usages. On les sépare de toutes les portions d'alliage qu'ils peuvent contenir; on les met digérer dans un vase de Florence avec un mélange de cinq mesures d'acide muriatique concentré, une mesure d'acide nitrique également concentré et trois mesures d'eau. On doit chauffer un peu d'abord jusqu'à ce que l'action diminue.

Suivant le docteur Wollaston, une once de platine sera dissoute par environ 4 onces de notre mélange, et

il est avantageux d'avoir un excès considérable de platine. On traite la dissolution obtenue à l'aide d'une forte dissolution de muriate d'ammoniaque; une substance en poudre très-fine d'un jaune brillant se précipite, et il reste une eau-mère plus ou moins colorée. On laisse reposer, on décante le liquide, et on lotionne le précipité avec deux ou trois eaux. On peut ensuite mêler et concentrer les lessives et l'eau-mère; cependant il vaut mieux, pour notre usage particulier, ne point former l'éponge de platine de ces liquides, mais seulement du précipité produit par le muriate d'ammoniaque.

Le précipité jaune, quand il est lavé, doit être séché sur un filtre ou dans un bassin, puis décomposé en l'exposant à la chaleur rouge foncé.

On peut faire cette opération dans un creuset en argile blanche bien propre. On doit maintenir la chaleur jusqu'à cessation de vapeurs. Mais on trouve cette opération fort longue, à cause de la faible température qu'on doit employer, et parce que le platine à l'état d'éponge est un bien mauvais conducteur du calorique. On peut aussi faire la réduction en étendant sur une feuille de platine un lit de précipité épais d'un sixième de ligne, et le couvrant avec une autre feuille du même métal; une lampe à esprit-de-vin suffira alors pour réduire le métal, mais il faudra exposer alternativement les deux plaques à l'action de la flamme.

Le platine aura l'aspect d'une masse métallique spongieuse grise et terne. On doit alors le briser, le mêler et le chauffer de nouveau pour être bien sûr que toutes les matières volatiles sont dissipées.

Ceci fait, on réduit le platine en poudre en le frot-

tant avec le doigt ou du papier propre (83); on le chauffe légèrement une troisième fois, puis on le conserve dans un flacon propre et bien bouché.

Sur *l'Acide perchlorique* (*chlorique oxigéné*).

Par M. Sérullas.

Dans l'une des dernières séances, j'ai eu l'honneur de lire un Mémoire dans lequel j'ai fait connaître des propriétés très-remarquables et jusqu'alors ignorées de l'acide chlorique; savoir : son action sur l'alcool qu'il transforme subitement en acide acétique, et celle qu'il exerce sur les matières organiques sèches dont il détermine violemment la combustion.

On pouvait présumer, ainsi que je l'ai dit, que le mode de préparation avait pu donner à l'acide que j'avais employé dans mes expériences ces propriétés jusque-là inaperçues. Depuis j'en ai fait l'examen comparativement à de l'acide chlorique préparé par les deux moyens connus; il est identique, qu'on l'obtienne par le chlorate de barite et l'acide sulfurique ou autrement; qu'on l'évapore, soit à feu nu sans beaucoup de ménagement, soit à la douce chaleur d'une étuve ou dans le vide de la machine pneumatique; dès qu'il se concentre, il se colore en jaune, prend l'odeur d'acide nitrique, et jouit, dans cet état, des propriétés dont j'ai fait l'exposé; mais il en est une autre très-importante que je n'avais pas encore observée.

On a dit que, dans la distillation de l'acide chlorique,

une partie se volatilise, tandis qu'une autre se décompose et se sépare en chlore et oxigène. J'ai trouvé que ce changement n'avait lieu que sur une portion, et que l'autre se convertissait en *acide perchlorique*, à peu près un tiers de l'acide chlorique employé. C'est probablement le même acide que les chimistes ont considéré comme de l'acide chlorique, faute de l'avoir soumis à un nouvel examen après la distillation.

Ainsi, quand on distille de l'acide chlorique, après quelque temps d'ébullition, la partie aqueuse étant passée (on peut la rejeter comme inutile), un liquide incolore et dense adhère aux parois de la cornue; en augmentant alors la chaleur qui doit être assez forte jusqu'à la fin, sur tous les points de la panse de la cornue, où se rassemble le liquide, on le fait couler dans le récipient.

Ce liquide est de l'acide perchlorique qui, bien que concentré, n'enflamme pas le papier comme l'acide chlorique, mais qui donne à ce papier la propriété, lorsqu'on le met en contact avec un charbon incandescent, de lancer de vives étincelles avec un violent pétillement et souvent détonation.

On peut donc, en distillant l'acide chlorique, le transformer en acide perchlorique; du chlore et de l'oxigène se séparent en même temps qu'une partie de ce dernier se combine à la partie d'acide chlorique non décomposée, la fait passer à l'état d'acide perchlorique très-stable et susceptible de distiller à une température élevée sans décomposition aucune.

Cet acide distillé a d'abord une légère couleur rose qui dépend très-probablement d'un peu de manganésate

de potasse contenu dans le chlorate de potasse ; mais, en le concentrant par la chaleur dans une capsule, il devient parfaitement incolore. Pour avoir la certitude que l'acide perchlorique soit pur, on peut lui faire subir une seconde distillation.

J'ai chauffé cet acide perchlorique avec de l'acide hydrochlorique; il n'a pas été altéré; mis en ébullition avec de l'alcool, il a également conservé ses propriétés.

Dans la concentration et l'ébullition de l'acide chlorique pour le transformer en acide perchlorique, le phénomène de la réaction doit être à peu près le même que celui qu'on observe dans l'action de l'acide sulfurique sur le chlorate de potasse qui donne lieu successivement à la même odeur d'acide nitrique, à l'inflammation du papier qu'on y plonge, enfin à un perchlorate de potasse.

Ce procédé, comme on voit, est extrêmement facile. Celui de M. le comte Stadion, à qui nous devons la découverte de l'acide perchlorique, dit chlorique oxigéné, est long, compliqué et d'une exécution très-dangereuse; aussi l'acide perchlorique est peu connu. Maintenant qu'on a le moyen de se le procurer abondamment et facilement, on pourra l'étudier; et cette étude plus approfondie, comme celle de tout corps richement oxigéné, ne peut manquer de nous révéler quelques propriétés nouvelles utiles à la science et aux applications.

J'ai décomposé du perchlorate de potasse par la chaleur rouge.

Il arrive assez souvent qu'une petite quantité de ce sel non décomposé est entraînée, sous forme de vapeurs blanches, par l'oxigène dégagé; mais, en armant le tube dans lequel s'opère la décomposition d'un autre tube

recourbé qu'on fait plonger dans l'eau distillée, cette partie entraînée reste en majeure partie dans le tube; en le lavant avec soin, et évaporant jusqu'à dessiccation parfaite cette eau avec celle où plongeait le tube, on peut apprécier cette portion et la déduire de la quantité de la matière employée; c'est ce que j'ai fait.

Six expériences m'ont donné, en opérant sur 4 décigrammes chaque fois, déduction faite de la partie volatilisée et recueillie, pour perte moyenne, 1,85 décig.; ce qui fait assez exactement, quoique un peu plus, 46 pour cent, nombre indiqué par M. Berzélius, d'après lequel on a établi, comme l'avait déjà fait Stadion, la composition de l'acide perchlorique à 2 atomes de chlore et 7 atomes d'oxigène, c'est-à-dire :: 1 : 3,5.

J'ai voulu préparer, par le procédé de Stadion, du perchlorate de potasse; mais deux fois les capsules ont été brisées très-violemment malgré mes précautions; en sorte que je n'ai pas pu voir, comme c'était mon intention, si l'acide qu'on en retire est le même que celui de la distillation de l'acide chlorique. Je crois qu'on ne peut avoir de doutes à cet égard, d'après l'examen que j'ai fait du perchlorate de potasse que j'ai obtenu avec l'acide perchlorique produit par l'acide chlorique distillé. Les propriétés de ce sel sont telles qu'on les indique; il est très-peu soluble dans l'eau à la température ordinaire. J'ai versé comparativement de l'acide chlorique et de l'acide perchlorique dans une même dissolution étendue de potasse pure, séparée en deux parties égales; l'acide perchlorique donne lieu aussitôt à un précipité abondant de perchlorate, lorsque l'autre ne la trouble pas.

MÉMOIRE *sur les Iodates et Chlorates des alcalis végétaux.*

PAR M. SÉRULLAS.

§ 1er. *Iodates.*

Morphine. J'ai fait connaître l'action de la morphine sur l'acide iodique. On sait que, dans ce cas, il y a décomposition subite de l'acide qui se manifeste par une séparation considérable d'iode, et que j'ai indiquée comme moyen de distinguer la morphine des autres alcalis végétaux. Il était utile d'examiner ensuite comment se comportaient ces dernières bases avec le même acide, et j'ai vu qu'elles s'y combinaient en formant des composés salins, la plupart très-bien déterminés.

Iodate de quinine. On sature de l'acide iodique dissous avec de la quinine. La liqueur, étant concentrée et filtrée chaude, ne tarde pas à se cristalliser par le refroidissement, de la même manière que le sulfate de cette base, c'est-à-dire, en aiguilles soyeuses. Ces cristaux chauffés se décomposent promptement en laissant du charbon pour résidu.

Iodate de cinchonine. Se présente en cristaux prismatiques très-fins, qui se groupent en forme d'aigrettes amiantacées, très-blanches et très-régulières.

L'iodate de cinchonine se décompose tout-à-coup par la chaleur, laissant un résidu qui se boursouffle et se carbonise.

Iodate de strychnine. On chauffe modérément une dissolution d'acide iodique avec la strychnine ; la liqueur

se colore en rouge de vin. Cette dissolution concentrée, placée dans un lieu sec après la filtration, donne, si la strychnine est pure, des cristaux sous forme de longues aiguilles transparentes, réunies en faisceaux et colorées superficiellement en rose; on les décolore en les lavant sur un filtre avec très-peu d'eau froide; ils sont très-solubles dans l'eau, et se décomposent subitement par la chaleur. Si la strychnine n'est pas pure, la cristallisation est plus ou moins distincte.

J'avais d'abord cru que la coloration qui résulte de l'action de l'acide iodique dissous et chauffé avec la strychnine, dépendait de la présence d'une plus ou moins grande quantité de brucine qui s'y trouve fréquemment mêlée; mais j'ai reconnu que la strychnine très-pure, préparée par notre collègue Robiquet, qui ne rougissait aucunement par l'acide nitrique, a donné un iodate incolore parfaitement cristallisé et dont l'eau-mère était excessivement colorée; cet effet peut donc être noté comme un caractère appartenant à cet iodate.

L'iodate de strychnine, comme tous les autres sels de cette base, est un poison violent. Des lapins sont morts plus ou moins promptement, après en avoir pris un grain et demi-grain.

Iodate de brucine. La brucine s'unit à l'acide iodique, mais on n'obtient pas de cristaux distincts. La liqueur se colore en rouge. Si on aperçoit de petits cristaux aciculaires qui se forment d'abord, ils sont dus à de la magnésie qui donne un iodate peu soluble; ce qui arrive aussi dans la préparation de l'iodate de strychnine. L'acide nitrique colore en rouge vif l'iodate de brucine.

Iodate de vératrine. La dissolution d'acide iodique et

de vératrine étant évaporée, prend par la dessication l'apparence d'une matière gommeuse sous forme cristalline, ainsi qu'on l'a observé sur les sels produits par la vératrine et les autres acides.

Narcotine et Picrotoxine. Se dissolvent à chaud dans l'acide iodique sans le neutraliser ; par l'évaporation, ces deux substances cristallisent au milieu de la dissolution d'acide iodique qui ne contracte aucune union avec elles.

Il faut observer qu'on aurait des résultats très-variables si on n'opérait pas sur des matières pures, ce que généralement il est difficile d'obtenir pour la plupart des alcaloïdes du commerce ; il faut, avant de les employer, si on ne les a pas préparés soi-même, les dissoudre dans l'alcool concentré, filtrer, pour en séparer les matières étrangères, et faire cristalliser. La strychnine doit être purifiée par le mode convenable.

Les iodates dont nous venons de parler sont plus ou moins solubles dans l'eau et dans l'alcool. Par la chaleur quelques-uns fondent d'abord ; la plupart se décomposent subitement avec une légère explosion ; ils donnent, dans ce cas, indépendamment des produits gazeux, de l'iode et un dépôt considérable de charbon. L'acide iodique étant susceptible de détoner par le choc, on conçoit que ces iodates doivent jouir de la même propriété.

L'acide sulfureux, versé sur ces substances avec précaution pour qu'il n'y en ait pas excès, en sépare, comme de tous les iodates, de l'iode ; l'ammoniaque en précipite la base.

Un caractère générique des iodates des alcalis végé-

taux, c'est la propriété qu'a leur dissolution neutre de précipiter aussitôt, par l'addition d'un excès d'acide iodique, aussi en dissolution un peu concentrée; il se forme de suite un iodate très-acide qui se réunit au fond du vase par quelques instans de repos, et que l'on peut séparer par décantation. Ces iodates acides sont incolores; légèrement lavés et séchés, ils détonent facilement à une température peu élevée; quelques-uns ont fait explosion par le frottement un peu vif d'une lame métallique qui servait à les détacher des parois des vases auxquels ils adhèrent. Dans leur détonation ils ne laissent pas de résidu charbonneux comme à l'état neutre, l'excès d'acide brûlant le charbon. Exposés à l'air, ils s'altèrent au bout d'un certain temps et se colorent plus ou moins fortement.

Ce qui précède a pour objet principal de montrer la différence très-remarquable que l'acide iodique présente dans son contact avec la morphine et les autres alcaloïdes à la température ordinaire. On voit que la morphine libre ou combinée exerce sur cet acide une action décomposante très-prompte, tandis que les autres bases, malgré l'analogie de composition qui existe entre elles, s'y unissent pour produire des composés salins jusqu'ici inconnus. Leur existence étant signalée, l'art de guérir pourra peut-être leur trouver quelques applications. Ne serait-il pas possible qu'on obtînt des alcalis végétaux ainsi unis chimiquement à l'iode acidifié, et plus particulièrement de la quinine et de la cinchonine, des effets salutaires différens de ceux que ces deux substances produisent à l'état de sulfate, et de diriger utilement, par un emploi bien mesuré, l'énergie souvent funeste

des autres alcaloïdes? On peut le présumer avec d'autant plus de raison, que l'acide iodique, qui, dans ce cas, sature les alcalis végétaux, abandonne assez facilement de l'iode par son contact avec les matières organiques, à une température peu élevée; et, sous ce rapport, il diffère essentiellement de l'acide sulfurique, dont la stabilité est bien connue; conséquemment ces iodates pourraient bien produire des effets particuliers et différens de ceux qu'on reconnaît aux sulfates.

M. Donné, jeune et laborieux chimiste, dans ses recherches sur les alcaloïdes, a signalé, comme un puissant antidote des alcaloïdes vénéneux, l'iode, le brome et surtout le chlore; il a proposé, comme moyen de distinguer ces bases végétales entre elles, l'observation microscopique de leurs formes cristallines obtenues par l'évaporation spontanée de leur dissolution dans l'alcool concentré. Je crois, d'après les essais que j'ai faits, que ce même moyen, appliqué aux iodates et aux chlorates des alcaloïdes, pourra offrir des résultats constans et propres à faire reconnaître la nature et la base des uns ou des autres.

§ 2. *Chlorates.*

La combinaison de l'acide chlorique avec les alcaloïdes s'effectue facilement en chauffant l'acide avec ces bases; les composés salins qui en résultent sont très remarquables par leurs formes cristallines; ils sont, comme les précédens, plus ou moins solubles dans l'eau et l'alcool, à la température ordinaire, et beaucoup plus à chaud.

La présence de la chaux ou de la magnésie, si fréquente dans les alcaloïdes qu'on se procure dans le

commerce, est un inconvénient moins grand pour la préparation des chlorates que pour celle des iodates, attendu que les chlorates de chaux et de magnésie sont très-déliquescens, et que les iodates de ces deux bases sont très-peu solubles.

Chlorate de morphine. Longs prismes très-déliés; se décompose tout-à-coup par la chaleur, laissant un résidu qui se boursouffle et se charbonne. L'acide nitrique le colore en jaune et non en rouge, comme cela a lieu pour les autres sels de morphine.

Le chlorate de morphine agit aussi promptement sur l'acide iodique que les autres sels de cette base : de l'iode est également mis à nu ; ce qui semblait ne devoir pas arriver, l'analogie qui existe entre l'acide iodique et l'acide chlorique pouvant faire croire que le dernier se comporterait avec la morphine comme le premier. Ce fait généralise bien le caractère de l'acide iodique relativement à la morphine, partout où elle se trouve.

L'acide bromique paraît aussi être décomposé par la morphine. J'ai fait agir sur la morphine quelque peu de cet acide que j'avais à ma disposition ; la liqueur a pris une couleur jaune, qui s'est foncée de plus en plus par l'évaporation ; elle n'a pas donné de cristaux.

Chlorate de quinine. Prismes très-déliés qui se réunissent sous forme d'aigrettes d'une constante régularité. Chauffé, il se fond en un liquide incolore, qui se solidifie par le refroidissement, avec l'aspect d'un vernis transparent ; si l'on continue la chaleur, il se décompose tout-à-coup avec l'explosion ordinaire.

Chlorate de cinchonine. Prismes en belles houppes volumineuses et panachées, d'une grande blancheur ; il

subit par la chaleur à peu près les mêmes changemens que le chlorate de quinine ; seulement il est moins fusible et se décompose plus tôt.

Chlorate de strychnine. La dissolution chauffée est colorée en rose ; le sel cristallise sous forme de prismes minces et courts qui se groupent en rosettes ; si la dissolution est concentrée, il se prend en masse par le refroidissement.

Chlorate de brucine. L'acide chlorique étendu étant chauffé avec la brucine pour opérer la combinaison, la liqueur se colore en rouge ; elle se cristallise par le refroidissement en rhomboèdres transparens d'une parfaite régularité, tout-à-fait semblables à ceux de la chaux carbonatée ; ces cristaux, séparés du liquide, sont encore un peu rougeâtres, mais on les rend incolores par une nouvelle dissolution et une autre cristallisation ; la liqueur ne se colore plus, le sel est peu soluble ou moins soluble que le chlorate de strychnine ; ce qui permet de les séparer facilement l'un de l'autre.

Le chlorate de brucine a comme la brucine la propriété de rougir fortement par l'acide nitrique ; il se décompose subitement par la chaleur.

Chlorate de vératrine. Ne se cristallise pas ; il se réduit par l'évaporation en une couche d'un aspect gommeux et d'une couleur de succin.

De l'acide iodique en dissolution un peu concentrée, versé dans une dissolution de l'un des chlorates ci-dessus, y forme à l'instant un précipité caillebolé d'iodate acide, que l'on peut précipiter entièrement par l'alcool fort. L'acide chlorique reste dans la liqueur ; car, si l'on dissout dans l'eau le chlorate, et qu'on y ajoute de

l'alcool, qui est alors affaibli par son mélange, il n'y a pas de précipité; mais on le détermine aussitôt par l'addition de l'acide iodique, qui seul ne trouble pas sensiblement par l'alcool faible, quoiqu'il soit précipité presque entièrement par l'alcool concentré et un long repos.

Pour reconnaître que les choses se passent ainsi, on verse, dans une dissolution de l'un quelconque des chlorates des alcaloïdes, de l'acide iodique, puis de l'alcool concentré; on jette sur le filtre, et on lave encore avec de l'alcool. La matière restée sur le filtre étant dissoute dans l'eau, on la sature par la potasse pure et on évapore; le résidu, chauffé au rouge dans un tube, est dissous et traité par le nitrate d'argent, puis par l'ammoniaque, et filtré pour en séparer l'iodure d'argent; la liqueur ne se trouble pas par l'addition d'un excès d'acide nitrique, tandis que la même expérience, faite sur la liqueur alcoolique, mise à part, saturée, évaporée, etc., a donné abondamment du chlorure par le nitrate d'argent.

Il était naturel de penser, en voyant l'acide chlorique déplacé de sa combinaison avec les alcaloïdes par l'acide iodique, en raison de la formation d'un iodate peu soluble, que les autres chlorates déliquescens, tels que ceux de chaux et de magnésie, donneraient aussi par l'acide iodique un précipité d'iodate de ces bases et de l'acide chlorique libre; c'est ce qui a lieu en effet.

De plus, en faisant l'application de la différence de solubilité, j'ai traité par l'acide iodique une dissolution de chlorate de potasse qui est beaucoup plus soluble que l'iodate; la liqueur étant concentrée, on obtient par la

cristallisation de l'iodate acide, si l'acide iodique est en excès, et, dans le cas contraire, un iodate neutre; alors, en versant dans le liquide restant de l'alcool concentré, on précipite le chlorate de potasse qui peut s'y trouver, et on a de l'acide chlorique pur.

Du sulfate de quinine, dissous dans l'eau à l'aide de l'acide sulfurique, précipite aussi de l'iodate acide par l'addition d'acide iodique en quantité suffisante : la partie d'iodate acide qui reste dans la liqueur en est également séparée par l'alcool concentré qui retient l'acide sulfurique.

L'acide hydrofluorique se combine aussi aux alcaloïdes : que l'on emploie l'acide hydrofluorique simple ou silicé, les résultats sont les mêmes; de la silice se sépare dans le dernier cas; les sels formés rougissent le papier tournesol, et très-fortement lorsqu'ils sont en dissolution chaude; l'acide sulfurique versé dessus en dégage l'acide hydrofluorique. L'hydrofluate de quinine est d'une blancheur éclatante, et se cristallise en aiguilles très-déliées.

Une dissolution d'acide borique, mise en ébullition avec la quinine, donne par le refroidissement un borate de quinine en cristaux grenus.

Quand on soumet à une évaporation spontanée, dans une étuve, une dissolution de quinine ou de cinchonine avec un grand excès d'acide hydrofluorique simple ou silicé, elle se dessèche sous forme d'un vernis transparent, qui, étant redissous, est excessivement acide, et repasse à son état primitif par une nouvelle dessiccation.

L'acide borique en excès a donné aussi avec la qui-

nine, par une évaporation spontanée, une matière ayant l'aspect d'un vernis.

Analyse des iodate et chlorate de cinchonine.

Deux décigrammes d'iodate de cinchonine, dissous dans une suffisante quantité d'eau, ont fourni, par l'ammoniaque :

Cinchonine desséchée avec soin, moyenne de plusieurs expériences, 1,136 déc.

La liqueur traitée par la potasse caustique, évaporée, et le résidu chauffé au rouge, a donné, par le nitrate d'argent et le lavage à l'acide nitrique léger :

Iodure d'argent... 1 déc. = { argent 0,4686 ; iode 0,5314 ;

représentant :

Acide iodique.... 0,7014 = { iode 0,5314 ; oxigène 0,1700.

D'après la comparaison faite entre la composition connue du sulfate et de l'iodate de potasse, on voit que la quantité d'acide en poids se trouve du premier au second :: 1 : 4,1.

Ces mêmes rapports paraîtraient exister entre le sulfate et l'iodate de cinchonine ; en conséquence on peut établir que la composition de ce dernier est de :

Acide iodique...	6,97	33,85 ;
Cinchonine.....	13,03	65,15.

Deux décigrammes de chlorate de cinchonine, traités de la même manière que le précédent, sauf les modifications qu'exige la différence d'un chlorure à un iodure, ont donné, moyenne de plusieurs expériences :

Cinchonine........	1,52	
Chlorure d'argent...	0,70	chlore 1,73 ; argent 5,27 ;

représentant :

Acide chlorique..	0,368	chlore 0,173 ; oxigène 0,195.

Ce qui porterait encore, d'après les rapports de la composition du chlorate et du sulfate de potasse où l'acide sulfurique et l'acide chlorique se trouvent :: 1 : 1,86, celle du chlorate de cinchonine à :

Acide chlorique...	0,404	19,48 ;
Cinchonine........	1,596	80,52.

Mémoire *sur le Composé cristallin qui se forme dans la préparation de l'acide sulfurique.*

Par Mr H. Gaultier de Claubry.

(Lu à l'Académie des Sciences, le 25 octobre 1830.)

On ignorait complètement quelles étaient les réactions qui se produisaient dans la formation de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb, quand MM. Clément et Désormes publièrent à ce sujet un très-intéressant Mémoire (1) ; mais, outre que leur manière d'opérer ne leur eût pas permis de déterminer la véritable nature

(1) *Annales de Chimie*, t. LIX, p. 335.

des cristaux qu'ils avaient examinés, on avait alors si peu d'idées nettes sur les divers composés d'azote, qu'ils n'auraient pu obtenir des résultats bien certains. Aussi arrivèrent-ils à cette conséquence, que le composé cristallin est formé d'acide sulfurique, d'eau et de deutoxide d'azote.

Cette opinion fut généralement adoptée ; et ce n'est qu'à l'époque où il s'occupa de nouveau des divers composés d'azote, et indiqua d'une manière bien positive l'existence de l'acide nitreux, que M. Gay-Lussac (1) admit que le composé cristallin examiné par MM. Clément et Désormes renfermait de l'acide *nitreux* (qu'il appelait *per-nitreux*) et non du deutoxide d'azote, se fondant sur ce que l'on peut produire un composé cristallin semblable en apparence au premier, en faisant passer dans l'acide sulfurique concentré un courant de vapeur nitreuse et sur ce que ces cristaux, comme ceux que l'on obtient par le procédé de MM. Clément et Désormes, décomposés par l'eau dans une atmosphère d'acide carbonique, dégagent des vapeurs rutilantes, ce qui n'aurait pas lieu s'ils renfermaient du deutoxide d'azote.

Les opinions différentes que l'on s'était formées par suite de ces résultats n'avaient pas excité, à ce qu'il paraît, l'attention des chimistes, lorsque le docteur W. Henry (2) fit connaître l'analyse qu'il avait faite d'une masse de cristaux trouvés dans un tube de plomb servant à chasser l'air impur d'une chambre d'acide sulfurique.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 1, p. 407.

(2) *Ann. of Philos.* Mai 1826, p. 368.

Le docteur Henry conclut de ses recherches que le composé cristallin était probablement formé d'acide sulfurique, d'acide *hypo-nitreux* et d'eau; et, quoiqu'il paraisse n'avoir pas opéré sur une matière parfaitement pure, il est arrivé à déterminer presque exactement la composition des cristaux.

Malgré ces résultats qui confirmaient ceux de M. Gay-Lussac, l'on ignorait de quelle manière réagissaient les uns sur les autres les gaz qui produisent le composé cristallin, et dans la 5ᵉ édition de son ouvrage (1), M. Thenard, sans se prononcer sur la nature véritable des cristaux, admet qu'en les supposant formés d'acide sulfurique et d'acide nitreux, c'est à l'oxigène de l'air qu'est due la suroxidation de l'acide sulfureux, sous l'influence de la vapeur d'eau et de l'acide nitreux. M. Dumas discutant avec soin les deux théories, ne manifeste pas son opinion particulière sur l'admission de l'une d'elles, tandis que M. Desprets, adoptant l'idée de MM. Clément et Désormes, a calculé la composition des cristaux d'après cette théorie. M. Berzélius, au contraire, admet complètement les résultats du docteur Henry, et regarde, comme lui, le composé cristallin comme formé de 5 atomes d'acide sulfurique, 5 atomes d'eau et 1 atome d'acide nitreux.

Frappé de cette divergence d'opinions, je cherchai à reconnaître la véritable nature des cristaux, et je voulus d'abord y parvenir par la synthèse : je me procurai pour cela un appareil muni de robinets en cristal, avec lequel je pouvais opérer dans le vide; mais, d'une part,

(1) *Traité de Chimie*, t. 1, p. 193.

la difficulté d'avoir des pièces qui tinssent le vide parfait; d'autre part, la difficulté plus grande encore de déterminer exactement les proportions de gaz qui réagissaient et de n'employer que les quantités d'eau nécessaires pour la formation des cristaux, me fit renoncer à ce mode d'opérer. J'entrepris alors une série d'expériences qui me conduisirent bientôt à quelques résultats importans.

L'analyse directe des cristaux me présenta des difficultés telles que, rebuté plusieurs fois, j'abandonnai ce travail qui était presque entièrement terminé, quand M. Bussy publia une note sur ce sujet (1). Quelques circonstances m'empêchèrent de présenter à l'Académie, antérieurement même à cette publication, le travail que j'ai l'honneur de lui soumettre; les vues de M. Bussy ne purent que confirmer ma manière de voir sur ce sujet et m'engager à le terminer.

Pour déterminer si l'oxigène de l'air était nécessaire à la formation des cristaux, on ne pouvait suivre le mode d'opérer employé par MM. Clément et Désormes, et toujours suivi jusqu'ici. Il me sembla qu'on devait obtenir le même composé, en faisant réagir le gaz acide sulfureux humide sur l'acide rutilant obtenu de la distillation du nitrate de plomb : l'expérience confirma cette idée, et dès-lors il me fut possible de préparer facilement une grande quantité du composé cristallin.

Il est nécessaire, avant d'aller plus loin et pour éviter des erreurs et des périphrases, de faire connaître ce que nous entendons par *acide nitreux*.

---

(1) *Journ. de Pharm.* Août 1830, p. 491.

Le liquide rutilant que M. Dulong (1) a examiné avec beaucoup de soin, et auquel il a donné le nom d'*acide nitreux*, ne peut se combiner aux bases; de sa réaction résultent de l'acide nitrique et l'acide que l'on a appelé, tantôt *acide hypo-nitreux*, tantôt *acide per-nitreux* : il est donc plus conséquent de considérer ce liquide comme une combinaison d'acide *nitrique* et d'acide *nitreux réel*, de lui donner le nom d'acide *hypo-nitrique*, à moins d'adopter le nom d'acide *nitrique-nitreux* (*nitroso-nitricum*) de la nomenclature de M. Berzélius, qui serait plus exact, réservant le nom d'*acide nitreux* pour le composé qui forme des combinaisons avec les oxides, et que l'on n'a pu encore obtenir à l'état de pureté. C'est, au surplus, cette manière de voir qu'ont adoptée MM. Berzélius et Dumas dans leurs ouvrages, et M. Bussy, dans sa Note sur le composé cristallin qui nous occupe, et la seule qui paraisse devoir être admise.

En soumettant de l'acide *hypo-nitrique* à l'action d'un courant de gaz sulfureux humide, après avoir rempli le vase d'acide carbonique, par exemple, on s'assure facilement que les cristaux peuvent se produire sans l'influence de l'oxigène; pour cela on peut opérer de la manière suivante :

Dans un flacon à large ouverture, on place une ou plusieurs ampoules de verre remplies d'acide hypo-nitrique, et on y fait arriver un courant de gaz carbonique produit par le passage du gaz sulfureux dans une dissolution de carbonate de potasse ou de soude, et quand le gaz qui sort de l'appareil par un tube appro-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 11, p. 517.

prié est entièrement absorbable par les alcalis, on brise l'ampoule au moyen d'une tige de verre qui passe à frottement au travers du bouchon, et on force le dégagement du gaz sulfureux; on aperçoit presque aussitôt la formation de cristaux qui augmentent rapidement en quantité, et bientôt le liquide est presque entièrement pris en masse.

Pour éviter qu'il ne passe dans le flacon où se trouve l'ampoule une trop grande quantité d'eau, on place entre celui-ci et l'éprouvette contenant la dissolution de carbonate, une petite éprouvette que l'on refroidit au besoin, et où se condense l'eau entraînée par le gaz. Cette précaution est indispensable, car sans cela s'il passe de l'eau sur les cristaux, ils se décomposent instantanément, et souvent avec une telle violence que tout l'appareil est brisé, ce qui m'est arrivé plusieurs fois.

Cette expérience prouve que le composé cristallin se forme très-facilement par la réaction du gaz sulfureux et de l'acide hypo-nitrique, sous l'influence d'une quantité d'eau convenable; mais, faite de cette manière, elle ne montre pas quelle réaction s'opère entre les matières employées.

Quand on examine avec attention le liquide sur lequel réagit le gaz sulfureux, on aperçoit de petites bulles qui se dégagent avec d'autant plus de rapidité que la formation des cristaux est plus prompte. Pour déterminer la nature de ce gaz, il ne suffisait pas de le recueillir sur l'eau ou le mercure, parce qu'une quantité considérable d'acide hypo-nitrique étant entraînée par le courant de gaz sulfureux, produirait, par son contact avec le liquide, du deutoxide d'azote; on ne pourrait

condenser entièrement les vapeurs rutilantes, en faisant traverser aux gaz un tube refroidi à — 20°; pour les absorber en totalité, j'ai mis à profit une observation de M. Dulong, qui a remarqué qu'à une température de 200° environ, la vapeur nitreuse était entièrement absorbée par la baryte; et, en conduisant l'opération avec soin, on peut alors recueillir des gaz qui n'entraînent aucune portion de vapeur rutilante.

Après divers essais, je me suis arrêté à l'emploi de l'appareil dont j'ai déjà parlé précédemment, en adaptant au flacon contenant l'ampoule un tube recourbé en forme d'U, et plongeant dans un mélange à — 20°; faisant communiquer avec celui-ci un long tube contenant de la baryte que l'on chauffe à 200° environ; plaçant ensuite une petite éprouvette destinée à recevoir du mercure, si, comme cela arrive assez souvent, il se produisait une absorption; et, adaptant à celle-ci un tube propre à conduire le gaz sur le mercure, au moyen d'un tuyau de caoutchouc qui permettrait de retirer l'extrémité du tube du mercure, dans le cas où l'absorption deviendrait trop forte.

L'appareil étant rempli de gaz carbonique et de gaz sulfureux, de telle sorte que les gaz dégagés laissent au plus $\frac{1}{700}$ à $\frac{1}{800}$ de résidu, on brise les ampoules contenant l'acide hypo-nitrique, et on recueille les gaz qui se dégagent après en avoir absorbé tout l'acide carbonique et l'acide sulfureux par des fragmens de potasse que l'on y porte par le moyen d'un fil de fer : le gaz résidu ne rougit pas par le contact de l'oxigène, ne diminue pas de volume par celui du proto-sulfate de fer dissous; par conséquent ne contient pas de deutoxide d'azote : du

potassium chauffé dans ce gaz n'y brûle pas et ne change pas son volume; il ne renferme donc pas de protoxide d'azote, et à ses propriétés négatives, on ne peut douter que ce ne soit de l'azote.

Ainsi, en réagissant sur l'acide hypo-nitrique, sous l'influence d'une très-petite quantité d'eau, le gaz sulfureux se transforme en un composé cristallin, en décomposant une partie d'acide rutilant et se combinant avec une portion d'acide nitreux et d'eau.

En produisant des cristaux par la réaction de l'acide sulfureux et de l'acide hypo-nitrique, on observe que le liquide qui recouvre les cristaux prend une teinte verte plus ou moins foncée qui paraît indiquer la formation d'une certaine quantité d'acide nitrique; on peut s'en assurer en distillant à une température qui n'excède pas + 28° le liquide décanté; on obtient pour résidu une très-petite quantité d'acide nitrique fumant, sur lequel M. Mittscherlich a publié des observations (1), et il se distille de l'acide hypo-nitrique.

Il devenait nécessaire de déterminer si l'azote dégagé dans l'opération ne proviendrait pas de cette formation d'acide nitrique; pour cela, j'ai transformé l'acide sulfurique en une masse cristalline par le moyen de l'acide hypo-nitrique dans une atmosphère de gaz carbonique sec, en condensant l'acide hypo-nitrique entraîné par un froid de — 20° et absorbant la portion échappée par la baryte chauffée à 200°. Après avoir séparé le gaz carbonique par des fragmens de potasse, on obtient un résidu à peine sensible d'azote, et cependant il se forme

(1) *Bullet. univers.*, Sect. mathém. Février 1830, p. 135.

une grande quantité d'acide nitrique, car la matière répand à l'air des vapeurs blanches en même temps que rutilantes, et si l'on a employé un grand excès d'acide hypo-nitrique, que presque tout le liquide se soit pris en masse cristalline, et qu'après avoir décanté le liquide, on lave les cristaux avec de l'acide hypo-nitrique, on obtient, en le distillant, une portion considérable d'acide nitrique fumant. L'azote dégagé en grande quantité dans l'action de l'acide hypo-nitrique sur l'acide sulfureux, ne provient donc pas de la formation de l'acide nitrique qui s'y produit en très-petite quantité.

Pour que l'expérience que nous venons d'indiquer donne beaucoup de cristaux, il faut, au moyen d'une tige de verre courbée en spirale à son extrémité et passant à frottement dans le bouchon du flacon qui contient les ampoules, agiter presque continuellement l'acide sulfurique pour le mêler avec l'acide hypo-nitrique qui le surnage, et qui serait d'ailleurs presque entièrement entraîné par le courant de gaz, et l'on observe, comme M. Bussy l'a bien fait remarquer, que les cristaux ne se forment qu'après un certain temps, tandis que l'acide sulfureux en produit immédiatement dans son contact avec l'acide hypo-nitrique, comme je l'ai indiqué précédemment.

Dans l'expérience que je viens de citer, la production des cristaux est lente, et cela paraît provenir de la nécessité de la séparation d'une quantité assez considérable d'acide nitrique, soit qu'il se forme par la désoxigénation partielle d'une petite portion d'acide rutilant, soit plutôt que les deux acides de l'union desquels résulte ce composé se dissocient, que l'acide nitreux se combine à

une portion d'acide sulfurique, et que l'acide nitrique se réunisse à une portion d'eau et à l'acide sulfurique pour produire le liquide qui imprègne et surnage les cristaux; et il nous semble que cette dernière opinion est la plus probable, surtout quand on considère la quantité considérable d'acide nitrique que l'on trouve dans cette occasion.

Si, au contraire, on remplit d'abord les vases où l'on opère avec du deutoxide d'azote, et que, quand le gaz est entièrement absorbable par le sulfate de fer, on brise les ampoules, on obtient immédiatement des cristaux. M. Bussy avait fait la même observation en opérant d'une autre manière.

En répétant, dans les mêmes circonstances, l'expérience que nous avons citée précédemment pour la formation des cristaux avec le gaz sulfureux et l'acide hypo-nitrique, on observe que les cristaux se produisent avec un faible dégagement de gaz, et après avoir absorbé les gaz sulfureux et carbonique par la potasse, on trouve que le résidu d'azote est beaucoup moindre que dans le premier mode d'opérer, ce qui confirme, ainsi que l'expérience précédente, l'idée que ce n'est pas l'acide hypo-nitrique, mais l'acide nitreux qui s'unit à l'acide sulfurique pour former le composé cristallin.

L'impossibilité de condenser complètement l'acide hypo-nitrique entraîné par le courant de gaz ne permet pas de déterminer exactement la proportion des matières qui réagissent et du gaz qui se dégage; mais, en opérant sur des quantités sensiblement égales d'acide hypo-nitrique et conduisant l'opération avec le même degré

de vitesse, on peut facilement comparer les quantités de gaz dégagé.

Il résulte, de ce que nous avons dit précédemment, que la formation des cristaux est accompagnée d'un dégagement d'azote qui provient de la décomposition d'une portion d'acide hypo-nitrique, et que la production d'acide nitrique ne paraît y coopérer que pour bien peu, puisqu'en opérant avec l'acide sulfurique, on obtient à peine d'azote et une grande quantité d'acide nitrique.

On savait parfaitement que le gaz sulfureux et la vapeur rutilante bien secs ne réagissaient pas l'un sur l'autre : l'acide sulfureux anhydre ne doit donc avoir non plus aucune action sur l'acide hypo-nitrique ; c'est ce qui a lieu en effet ; mais quand, après avoir mêlé les deux liquides à une température de — 20°, on y fait tomber une goutte d'eau par le moyen d'un tube effilé, une vive réaction se manifeste, des cristaux se forment immédiatement, et il se produit une effervescence tumultueuse qui donne de l'azote. C'est même un moyen de se procurer une grande quantité de cristaux, quand on ne tient pas à leur pureté parfaite, car alors ils contiennent de l'acide nitrique. Pour préparer les cristaux par ce procédé, on fait arriver le gaz sulfureux dans une éprouvette contenant de l'acide hypo-nitrique et refroidi à — 20°. Il se produit une certaine quantité de cristaux ; mais en ajoutant un peu d'eau, et maintenant le vase à 0°, on en augmente la quantité, pour ainsi dire, à volonté.

Comme il se forme toujours une certaine quantité d'acide nitrique par la réaction des acides sulfureux et

hypo-nitrique, il est nécessaire, pour obtenir des cristaux purs et bien constans dans leur composition, de les laver à plusieurs reprises avec de l'acide hypo-nitrique, et de chasser celui-ci en opérant à une température de 21 à 30°, par un courant d'air desséché par le chlorure de calcium ; sans cette dernière précaution, les cristaux s'humectent bientôt, il se dégage des vapeurs rouges, et leur composition change très-promptement.

L'acide sulfurique anhydre se mêle difficilement avec l'acide hypo-nitrique ; aucune réaction n'a lieu, comme on pouvait le prévoir ; mais si l'on ajoute au mélange de l'eau, la température s'élève beaucoup ; de l'acide hypo-nitrique est volatilisé en grande quantité, et il se forme des cristaux semblables à ceux que l'on obtient avec l'acide sulfurique hydrique ; et, chose remarquable, que l'on mêle à l'acide sulfurique un atome d'eau ou une quantité moins considérable, en ayant soin d'employer un excès d'acide hypo-nitrique, il reste toujours un liquide surnageant les cristaux, qui contient de l'acide nitrique mêlé à l'acide sulfurique.

En faisant cette expérience, il faut prendre quelque précaution pour le mélange de l'eau et de l'acide sulfurique anhydre ; et, quoique je n'aie jamais eu occasion d'observer l'incandescence que M. Berzélius indique dans son ouvrage, j'ai souvent obtenu une véritable détonation avec une projection assez dangereuse des matières contenues dans le flacon.

Le mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique avec le composé cristallin ne pouvant être entièrement enlevé par le lavage avec de l'acide hypo-nitrique, on ne peut obtenir des cristaux absolument semblables pour leur

composition, à ceux que donnent l'acide sulfurique et l'acide hypo-nitrique; mais la parfaite analogie de leurs propriétés ne permet pas de douter que ce ne soit la même combinaison. Quelquefois les cristaux, en se formant lentement, prennent des formes assez régulières et un volume considérable.

La combinaison cristalline, purifiée comme je l'ai indiqué plus haut, est blanche, attire fortement l'humidité de l'air, et dégage aussitôt des vapeurs rutilantes; abandonnée au contact de l'air pendant quelques instans, elle est bientôt transformée en un liquide oléagineux qui contient de l'acide sulfurique et une certaine quantité d'acides nitrique et hypo-nitrique que l'on ne peut en séparer facilement par la chaleur. Quelque faible que soit la quantité d'humidité qu'absorbent les cristaux, des vapeurs rutilantes s'en dégagent immédiatement, de sorte qu'ils ne peuvent contenir qu'une portion d'eau déterminée.

Exposée à l'action de la chaleur dans un tube effilé, pour éviter le trop grand contact de l'air, la combinaison cristalline commence à donner à 50° du deutoxide d'azote et des vapeurs rouges qui augmentent et se dégagent abondamment à mesure que la température s'élève. A 90°, elles sont très-fortes; à 100°, la matière se ramollit, devient pâteuse; à 120 ou 130°, elle est entièrement liquide et dégage beaucoup de vapeurs rouges; à 200°, le liquide bout et donne un peu d'acide nitrique; à 280°, le liquide est très-transparent, jaune rouge, et dégage plus d'acide nitrique; refroidi en cet état, il reste jaune verdâtre; enfin, au point d'ébullition du mercure, la liqueur se distille, elle est sensiblement sans couleur,

mais elle contient encore de l'acide nitreux, car l'eau en dégage des vapeurs rouges. Quand on chauffe les cristaux mêlés avec de la magnésie, on obtient souvent une vive incandescence dans toute la masse : la baryte présente un effet semblable, et, avec cette base, l'action est si vive que très-souvent la presque totalité de la matière est projetée avec violence.

L'analyse du composé cristallin n'a été tentée, à ma connaissance, que par le docteur W. Henry; mais le procédé qu'il a suivi n'est susceptible de donner aucun bon résultat, comme je m'en suis assuré par un grand nombre d'essais, quoiqu'il paraisse rationnel.

Quand on mêle l'acide hypo-nitrique avec l'eau, soit que l'on considère cet acide comme formé d'acides nitrique et hypo-nitrique, ou comme un acide particulier, il se transforme en ces deux acides, et il se dégage du deutoxide d'azote : il semblerait que les quantités relatives d'acide devraient être les mêmes, au moins dans des circonstances semblables; il n'en est rien, quelles que soient les quantités d'eau et la *rapidité* avec laquelle on fait le mélange.

J'avais pensé que les alcalis donneraient peut-être lieu à des résultats plus exacts; les mêmes différences se présentent encore, et l'on ne peut par conséquent avoir recours à ce procédé pour l'analyse des cristaux, ainsi que le démontrent les résultats suivans, dans lesquels on a dosé les acides par l'équivalent de sulfate de chaux, en mêlant avec une quantité d'acide hypo-nitrique représentée par 100, des quantités d'eau égales pour plusieurs expériences et qui ont été très-variables, ainsi que les circonstances du mélange. Les quantités de sul-

fate de chaux ont été de 79,17 = 91,44 = 101,69 = 111,20 = 122,30 = 131,10 = 142,30 = 156,10 = 184,2 = 231,5 = 250 et 251,65.

Après avoir essayé une foule de moyens qu'il est inutile de signaler ici, je crus pouvoir déterminer la proportion d'acide nitreux par le moyen suivant, qui m'a donné en effet quelque régularité dans plusieurs occasions, mais qui m'a encore offert quelques résultats trop dissemblables pour servir de moyen d'analyse exact.

Quand on pèse des cristaux dans un petit dé de platine que l'on fait passer dans une cornue remplie de mercure bouilli, et qu'on élève la température, légèrement d'abord, et ensuite jusqu'à l'ébullition du mercure, on obtient pour résultat ultime du sulfate de mercure et un mélange de gaz sulfureux, de deutoxide d'azote et d'azote, qu'il est extrêmement facile d'analyser. En faisant passer d'abord une petite quantité d'acide sulfurique dans la cornue, et y faisant arriver ensuite les cristaux, la même décomposition s'opère très-facilement, et on obtient encore un résultat semblable. Ce procédé m'a donné quelquefois la vraie proportion d'acide nitreux, mais souvent des nombres inférieurs à sa quantité.

Mais un procédé qui m'a complètement réussi consiste à peser des cristaux au fond d'un tube bouché, à les couvrir d'une couche assez épaisse de deutoxide de barium, au moins dix fois le poids des cristaux, et à verser de l'eau par-dessus : l'eau pénètre rapidement l'oxide, et, à mesure qu'elle arrive au contact des cristaux, ceux-ci se décomposent, la température s'élève

beaucoup ; et, si la décomposition ne s'opère pas convenablement, on agite avec un fil de platine, en ayant soin cependant de ne pas agir trop brusquement, pour éviter le dégagement de vapeurs rutilantes qui aurait lieu dans ce cas.

Quand l'opération est bien conduite, il ne se dégage aucun gaz ; on aperçoit à peine une légère vapeur rutilante, et, quand l'action est terminée, on jette le tout dans une capsule où l'on fait bouillir avec de l'eau : l'excès de peroxide de barium est décomposé, et l'eau contient de la baryte et du nitrate : on sépare la baryte en évaporant à plusieurs reprises la liqueur à siccité, à une douce chaleur : la baryte se carbonate et se précipite ; et quand la liqueur ne contient plus un atome de cet oxide, on filtre et on dose le nitrate par l'équivalent de sulfate. Celui-ci donne la proportion d'acide nitreux. On peut, pour hâter l'opération, faire passer un courant de gaz carbonique au travers du liquide ; mais il faut le faire bouillir long-temps ensuite, pour qu'il ne reste pas un peu de baryte dissoute à la faveur de l'acide carbonique en excès.

On peut employer pour cette expérience le deutoxide de barium fait par la baryte et l'oxigène ; mais, si la baryte contient un peu de manganèse, comme cela a presque toujours lieu, il s'en dissout une petite quantité, et l'on peut avoir à craindre d'obtenir aussi un peu de silice et d'alumine. L'oxide obtenu par l'eau oxigénée faible, mêlée d'acide hydrochlorique, est bien préférable ; mais il faut avoir bien soin qu'il ne renferme pas de chlorure de barium. Ce moyen peut être employé dans plusieurs circonstances.

On pourrait arriver encore à la détermination de l'acide nitreux en se servant de peroxide de plomb; mais, outre que le sulfate n'est pas absolument insoluble dans l'eau aiguisée d'acide, il peut se former des sels basiques peu solubles, que l'on ne pourrait séparer qu'en se servant d'eau chargée d'acide acétique.

La détermination de la quantité d'eau présente aussi quelque difficulté : il me sembla qu'il était bon de l'obtenir directement pour confirmer les résultats précédens.

Quand on mêle les cristaux avec de la magnésie, on obtient, en élevant la température jusqu'au rouge, du sulfate de magnésie anhydre, et l'eau se dégage avec plus ou moins d'acide hypo-nitrique; mais, par le contact de cet acide avec l'eau, il se produit de l'acide nitrique qui se fixe sur le chlorure de calcium que l'on emploierait pour doser l'eau. J'ai eu recours, pour éviter cette cause d'erreur, à un moyen qui m'a très-bien réussi, et qui consiste à faire passer les vapeurs sur du cuivre porté au rouge : il se dégage alors de l'azote et de l'eau; mais, comme il n'y a pas de gaz produits dans l'opération, il est à peu près impossible de dégager toute l'eau : après avoir essayé de faire le vide à l'extrémité de l'appareil et diverses autres modifications dans la manière d'opérer, j'ai fait usage d'un moyen très-commode qui consiste à faire passer sur le mélange, chauffé jusqu'au rouge, un courant d'oxigène dégagé du chlorate de potasse bien sec : on peut, par ce moyen, obtenir toute l'eau.

On pourrait aussi substituer à la magnésie le peroxide de plomb, dont l'oxigène entraîne la vapeur d'eau; mais

l'emploi du chlorate est préférable, quoique j'aie obtenu des résultats comparatifs avec le peroxide de plomb.

Le dosage de l'acide sulfurique ne peut offrir aucune difficulté.

Le docteur Henry était tombé sur des nombres qui représentent assez bien ce que l'on pouvait conclure de l'expérience de M. Gay-Lussac sur l'action que l'acide hypo-nitrique exerce sur l'acide sulfurique; mais on ne pouvait se rendre compte alors de la raison pour laquelle tout cet acide n'était pas transformé en cristaux par un grand excès d'acide hypo-nitrique : M. Bussy n'avait pu constater autre chose par le moyen qu'il a employé, que les proportions de deutoxide d'azote et d'oxigène qui se combinent; mais on ne pouvait conclure de leurs essais la quantité réelle d'eau que contenaient les cristaux : l'extrême avidité de ceux-ci pour l'eau hygrométrique aurait pu faire penser qu'ils en renfermaient moins que l'acide sulfurique hydrique ; cependant on avait admis l'opinion contraire : les résultats numériques que j'ai obtenus me paraissent ne laisser aucun doute à ce sujet.

En suivant les méthodes indiquées précédemment, j'ai obtenu, pour la composition des cristaux et pour la moyenne de dix expériences :

$\dddot{S}$	65,59		$\dddot{S}$	5 atomes.
$\underline{\dddot{N}}$	23,96	ou	$\underline{\dddot{N}}$	2
$\underline{\dot{H}}$	10,10		$\underline{\dot{H}}$	4

Le docteur Henry avait trouvé par expérience :

$\dddot{S}$	68,800
$\underline{\dddot{N}}$	13,073
$\underline{\dot{H}}$	18,927

d'où il avait conclu que les cristaux devaient contenir :

$\dddot{S}$	70,67		$\dddot{S}$	5 atomes.
$\underline{\dddot{N}}$	13,42	ou	$\underline{\dddot{N}}$	1
$\underline{\dot{H}}$	15,91		$\underline{\dot{H}}$	5.

Il est probable que les cristaux sur lesquels le docteur Henry a fait ses essais contenaient de l'acide sulfurique et de l'eau mélangés ; et cela est d'autant plus probable qu'il dit que la masse était pâteuse, tandis que l'on peut obtenir les cristaux à l'état parfaitement sec. L'acide sulfurique les dissout aisément, et c'est ce qui pourrait induire facilement en erreur sur leur véritable composition.

En calculant la composition des cristaux d'après les résultats que j'ai obtenus, on trouvera qu'ils doivent renfermer :

$\dddot{S}$	64,08		$\dddot{S}$	2505,825
$\underline{\dddot{N}}$	24,42	ou en atomes	$\underline{\dddot{N}}$	954,072
$\underline{\dot{H}}$	11,50		$\underline{\dot{H}}$	449,920.

Les différences sont si faibles, que je crois ne pouvoir douter de l'exactitude de ces résultats.

Les cristaux formés par l'acide sulfurique et l'acide

hypo-nitrique restent toujours imprégnés d'acide sulfurique et d'acide nitrique, même après les avoir lavés avec un grand excès d'acide hypo-nitrique. J'ai tenté plusieurs fois de les analyser, je leur ai trouvé une composition variable qui provient évidemment de ce mélange et de l'eau en excès de l'acide sulfurique : cependant je crois que l'on ne peut douter de leur identité avec ceux que l'on obtient très-purs par les procédés que j'ai exposés.

Il résulte, des faits que renferme ce Mémoire, que la théorie de la formation de l'acide sulfurique n'était pas encore bien connue, et que, dans cette formation, l'acide sulfureux décompose complètement une portion de l'acide hypo-nitrique, en dégage de l'azote, et que, transformé en acide sulfurique, il se réunit à l'acide *nitreux* et à une portion d'eau pour former le composé cristallin. Quand celui-ci est décomposé par un excès d'eau, l'acide sulfurique se dissout, et il se dégage du deutoxide d'azote et de l'acide hypo-nitrique; ce qui explique, comme l'a fait voir M. Bussy, les résultats contradictoires obtenus par MM. Clément et Désormes et Gay-Lussac ;

Que le composé cristallin peut être considéré comme un véritable sel double, qu'avec M. Berzélius on peut appeler *sulfate nitreux et hydrique* ;

Enfin, que le composé cristallin renferme moins d'eau que l'acide sulfurique hydrique.

RECHERCHES *sur les Substances organiques azotées.*

Par MM. PLISSON et HENRY fils.

Ier MÉMOIRE.

(Lu à l'Institut, le 23 août 1830.)

Monographie de l'Asparagine.

PARLER des services éminens que la chimie ne cesse de rendre à une multitude d'industries, des arts nouveaux qu'elle crée et alimente chaque jour, des lumières qu'elle répand sur l'histoire naturelle, ce n'est bien certainement que rappeler une vérité généralement reconnue.

C'est par de tels résultats que cette science a depuis long-temps fait justice des reproches qu'on lui adressait sur la fécondité de ses découvertes, ainsi que des doutes qu'on élevait sur l'exactitude mathématique de ses opérations. Tout en confessant que de semblables plaintes ne peuvent plus se renouveler, ne doit-on pas avouer que quelques esprits sont, de nos jours, plutôt préoccupés de signaler des substances nouvelles que d'en étudier exactement les caractères, comme si les noms des choses étaient plus précieux pour nous que leurs propriétés? La connaissance de ces propriétés est cependant si importante, que tous les hommes qui se sont rendus célèbres par leurs travaux chimiques se sont surtout attachés à bien décrire les différentes réactions dont sont capables les corps qu'ils ont découverts : des circonstances accidentelles ont pu seules les faire départir quelquefois de ce système d'investigation, mais alors au moins ils se

sont appliqués à constater dans ces corps des signes qui les distinguent essentiellement de tout autre, et en prévenant par ce moyen toute espèce d'erreur dans la science qu'ils enrichissaient, ils se sont encore acquis des droits à notre reconnaissance. C'est ainsi que, pendant le cours de leurs profondes recherches sur les produits de la végétation, Vauquelin, dont le nom excitera toujours de vifs regrets, et son digne élève M. Robiquet, ont donné à l'Académie des sciences communication d'un principe immédiat aussi singulier qu'intéressant qu'ils ont trouvé dans l'asperge officinale. Ce principe, qui par la suite a reçu le nom d'*asparagine*, n'ayant été obtenu qu'en petite quantité, n'a pu donner lieu qu'à une histoire nécessairement incomplète, laquelle se trouve consignée dans les Annales de Chimie, t. LVII, p. 88. C'est pour cette raison qu'ayant pu retirer de plusieurs végétaux où nous en avons fait la rencontre, des proportions notables d'asparagine, nous avons cru qu'en saisissant l'occasion de mieux faire connaître cette substance, nous remplirions sans aucun doute les vues des savans auteurs de sa découverte en même temps que nous nous acquitterions d'un devoir envers la science. C'est dans cette persuasion, Messieurs, que nous avons tenté le travail dont nous allons avoir l'honneur de vous entretenir.

Historique et état naturel. MM. Vauquelin et Robiquet ont les premiers, en 1806, annoncé l'existence de l'asparagine; voici comment ils terminent ce qu'ils ont écrit à ce sujet :

« On peut donc avoir pour certain qu'outre les prin-
« cipes découverts dans le suc d'asperges par M. Robi-
« quet, il y existe un principe comme les sels, et qui

« n'est cependant ni acide ni sel neutre, et dont la so-
« lution dans l'eau n'est affectée par aucun des réactifs
« qui sont ordinairement employés pour reconnaître la
« présence et la nature des sels dissous dans l'eau. »

L'un de nous pense avoir démontré très-clairement, en 1827, que les cristaux retirés de la racine de guimauve et présentés alors sous le nom d'un sel végétal, *malate acide d'althéine*, n'étaient autre chose que de l'asparagine (Journal de Pharmacie, p. 477).

Nous croyons qu'il vous a été offert, la même année, des preuves évidentes, établissant que l'*agédoïte* ou matière cristalline de la réglisse, n'était également que de l'asparagine (Journ. Pharm., 1828, p. 177), et que la même substance se retrouvait encore dans la racine de grande consoude (Journ. Pharm., 1827, p. 635). M. Virey nous a fait savoir que Link l'a reconnue dans des *ornithogalum*. Il paraîtrait même, selon les analyses de Tiedmann et Gmelin, qu'elle ferait partie de plusieurs biles. Ce dernier fait nous semble assez extraordinaire pour avoir besoin d'être confirmé de nouveau. Enfin, Vauquelin l'a trouvée dans l'analyse de quarante-sept variétés de pommes-de-terre, analyse dont il avait été chargé par la Société d'agriculture de Paris.

M. Henry, chef de la pharmacie centrale, a constaté qu'elle existait aussi dans plusieurs variétés nouvelles, de l'examen desquelles il avait été également chargé par la même société d'agriculture, sous le rapport de l'économie domestique.

Préparation. MM. Vauquelin et Robiquet, comme on le sait, ont extrait l'asparagine par une évaporation lente du suc des jeunes pousses d'asperge ; nous n'avons

recueilli par ce moyen qu'un faible produit. Nous n'avons pas été beaucoup plus heureux, soit en faisant évaporer l'eau qui avait servi à la cuisson de ces légumes, soit en traitant à chaud par l'alcool d'une densité de 0,870 les extraits aqueux des racines de guimauve et de grande consoude.

Le procédé par lequel nous sommes parvenus à récolter cette substance assez abondamment pour l'étudier, est fort simple : il consiste à couper en tranches minces la racine de guimauve séchée et privée de son épiderme, à la traiter dans cet état par le quadruple de son poids d'eau pure à une douce température, à répéter une ou deux fois cette infusion, à évaporer sous un petit volume les liqueurs réunies clarifiées par l'ébullition, et à les abandonner au repos dans un lieu frais. Après quelques jours, il s'est déposé sur les parois du vase des octaèdres d'un volume considérable. Ces octaèdres, par une seconde cristallisation, deviennent déjà très-purs : les eaux-mères peuvent en fournir encore. En procédant ainsi, nous avons obtenu jusqu'à vingt grammes d'asparagine pour un kilogramme de racine, c'est-à-dire 0,02. Il nous est quelquefois advenu que l'asparagine, au lieu de réunir ses molécules en gros cristaux, les dépose sous forme pulvérulente et en très-petite quantité. Cette différence dans les résultats d'une même opération n'est qu'apparente sans doute ; elle peut tenir à l'âge auquel on arrache la racine du sein de la terre, ou bien elle peut provenir encore de ce que le commerce mêle souvent cette racine avec d'autres appartenant à des plantes de la même famille, celle des malvacées. Cette substitution est tout-à-fait innocente en médecine, puisque la

famille des malvacées est une de celles où les propriétés médicales sont le plus uniformes, de même que les caractères botaniques.

Propriétés. L'asparagine croque sous la dent et s'y pulvérise ; abstraction faite de l'aigreur de l'acide aspartique, elle en rappelle un peu la saveur succulente, de sorte que la saveur de l'asparagine passerait dans l'acide aspartique et de là dans les asparates. Ce fait nous semble assez remarquable pour être noté.

Elle est inodore et incolore ; sa transparence peut être comparée, lorsque cette substance est bien pure, à celle des pierres précieuses de la plus belle eau.

Elle cristallise très-facilement sous la forme du prisme hexaèdre, du prisme droit rhomboïdal et de l'octaèdre rectangulaire, lequel présente diverses modifications et porte ordinairement sur l'une de ses grandes faces une concavité ressemblant parfois à une cassure écailleuse. Nous ne nous arrêterons pas davantage sur les particularités de cette cristallisation qui a été décrite avec beaucoup de détails dans un Mémoire où l'on a montré l'identité cristallographique et chimique de l'asparagine avec l'agédoïte.

Sa pesanteur spécifique, comparée à celle de l'eau sous une température de + 14° centigrades, est de 1,519.

Torréfiée au point de devenir un peu brune et traitée par l'eau, elle ne s'y dissout plus alors qu'en petite partie ; le soluté vu par transmission est jaune, tandis qu'il est vert opalin vu par réflexion ; il ne contenait pas d'acide aspartique ; on y trouvait une substance amère et un peu d'asparagine échappée à l'action du feu. La partie indissoute dans l'eau est insoluble dans l'alcool,

se dissout dans l'acide hydrochlorique sans présenter le phénomène d'optique dont nous venons de parler; elle se ramollit à la température de 100°. Calcinée dans un petit creuset de platine avec le contact de l'air, elle se boursouffle, se décompose, donne tous les produits pyrogénés des matières animales et ne laisse plus aucune trace de son passage.

Exposée dans le vide barométrique à l'action d'une chaleur progressive, elle est également décomposée et se transforme en produits pyrozoouiques. Mise en contact avec du phosphore très-pur au milieu du gaz azote, elle ne s'y dissout pas, elle ne le colore pas à la température de 50° environ; par une chaleur plus forte, le phosphore devient rouge, se volatilise, et l'asparagine est alors altérée.

Si au phosphore on substitue du soufre et qu'on le chauffe assez pour le faire entrer en fusion, bientôt on observe qu'il devient rouge dans toute sa masse, et ce qu'il y a d'assez singulier, c'est de le voir se solidifier sans que la température ne s'abaisse. On le fait fondre de nouveau en augmentant le feu. Pendant cette réaction il se forme de l'acide hydrosulfurique, et l'asparagine est encore décomposée.

L'iode, le chlore et le brome ne lui communiquent aucune coloration particulière, et ne la modifient point.

Elle est soluble dans l'eau : c'est sur cette solubilité que repose sa préparation ; elle se dissout dans 58 parties d'eau distillée à la température de 13 centigrades; elle est beaucoup plus soluble dans l'eau chaude; si on abandonne à lui-même ce soluté aqueux, au bout de quelques jours il devient alcalin. Présumant qu'il se formait de

l'acide aspartique simultanément avec un excès d'ammoniaque, nous avons laissé cette action intestine, véritable fermentation, se prolonger un mois d'été ; ce terme expiré, nous avons reconnu dans la liqueur la présence de l'aspartate d'ammoniaque.

Elle est insoluble dans l'alcool absolu : celui qui contient de l'eau peut en dissoudre, à chaud surtout, et l'abandonner par le refroidissement sous forme de barbe de plume.

Elle est insoluble dans l'éther sulfurique ; il paraît qu'elle l'est également dans les huiles fixes et dans les huiles volatiles, puisque, mise en poudre et chauffée avec de l'huile d'olive ou de l'essence de térébenthine, ces liquides par le refroidissement n'ont rien laissé déposer et paraissaient n'avoir rien entraîné.

Elle est sans action sur le sirop de violette. Elle possède la propriété de faire tourner au rouge la teinture de tournesol. Pour déterminer ce changement d'une manière bien visible, il est indispensable d'opérer à chaud. Bien que la faculté de rougir les couleurs bleues végétales soit un des caractères principaux des acides, bien que nous ne connaissions pas de substance non acide qui jouisse de cette faculté, il nous a paru rationnel dans le langage ordinaire de considérer l'asparagine comme une substance neutre, puisqu'elle est d'ailleurs incapable de saturer aucune portion d'alcali. Cependant comme les alcalis en solution concentrée sont susceptibles d'en dissoudre une quantité considérable et de l'abandonner intacte presque tout entière par une prompte saturation ; comme on reconnaît aujourd'hui que les dissolutions, les solutions, etc., ainsi que les combinaisons

salines, ne peuvent avoir lieu que par des forces électro-chimiques toujours constantes entre des corps toujours comparables, il en résulte que l'asparagine sous ce point de vue pourrait être considérée comme un acide, ce qui serait en harmonie avec son action sur le tournesol.

L'asparagine en solution dans un alcali fixe se décompose facilement à la température ordinaire; si l'on chauffe, la décomposition marche encore plus rapidement; l'hydrate de plomb n'effectue bien cette décomposition que sous l'influence de la chaleur. Dans ces deux rencontres, il y a production d'ammoniaque et d'un aspartate ayant pour base l'oxide employé.

Comme l'ammoniaque provenant de l'altération de l'asparagine dissoute dans l'eau, sature l'acide aspartique qui prend naissance avec elle, on pouvait préjuger que cet alcali volatil ne se comporterait pas comme les alcalis fixes. Désireux de constater cette présomption, nous avons mis chauffer à 100° pendant douze heures deux poids égaux d'asparagine, l'un dans l'eau pure, l'autre dans de l'ammoniaque liquide; et, quoique nous eussions pris des volumes égaux de ces véhicules, le premier, après l'expérience, s'est trouvé contenir beaucoup moins d'acide aspartique que le second. Ne peut-on pas expliquer cette différence en supposant que la masse d'ammoniaque que l'on emploie décide plus promptement, par sa puissance électro-positive, la formation de l'acide aspartique?

La belle découverte de Vauquelin, que le génie de M. Gay-Lussac a su généraliser de manière à en tirer une loi importante pour le règne organique, nous a conduits

à rechercher si elle se confirmerait avec l'asparagine, comme cela était probable. Nous avons en conséquence calciné bien au-dessous de la température rouge, à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin, une partie d'asparagine avec quatre parties de potasse caustique dans un petit creuset de platine. Il y a eu d'abord un boursoufflement ammoniacal considérable auquel a succédé la production d'un gaz sans odeur soulevant beaucoup moins la masse et détonant par l'approche d'un corps en combustion; le résidu était d'une blancheur parfaite, sans aucune trace charbonneuse; il renfermait beaucoup d'acide carbonique et très-peu d'acide oxalique; il a pu se former aussi du cyanogène ou de l'acide hydrocyanique, bien que nous n'en ayons pas observé, ainsi que de l'eau. Les résultats d'ailleurs coïncident entièrement avec ceux de M. Gay-Lussac. Le carbonate neutre de potasse en solution dans l'eau avec l'asparagine transforme celle-ci sans effervescence en aspartate de potasse et en carbonate d'ammoniaque. La chaleur favorise cette réaction; ce n'est même que par son influence que le carbonate de chaux peut produire des effets analogues bien marqués.

Si l'on fait tomber des cristaux d'asparagine entiers ou mieux brisés dans de l'eau saturée de bi-carbonate de potasse, on voit bientôt s'échapper du fond du vase, (un tube) une série de petites bulles qui viennent crever à la surface du liquide. Le gaz qui s'élance ainsi dans l'atmosphère est de l'acide carbonique. Le carbonate saturé d'ammoniaque peut également nous rendre témoins de ce spectacle curieux.

Quelquefois l'intervention d'une très-légère chaleur est nécessaire; celle d'un beau soleil suffit ordinairement.

Il est difficile de savoir très-précisément à quel état passe le bi-carbonate de potasse, et le moment où l'asparagine commence à être attaquée : il est probable que ce carbonate n'opère de décomposition qu'autant qu'il devient neutre pour former alors du carbonate d'ammoniaque et de l'aspartate de potasse.

Mais quelle force préside à la réaction première? Voici ce qu'on peut admettre à cet égard. La réaction occasionée par le bi-carbonate de potasse, par exemple, est due aux forces électro-chimiques combinées de l'acide aspartique et de l'ammoniaque. La potasse étant plus électro-positive que l'ammoniaque qu'elle finit par chasser entièrement, on pourrait croire que cette base agirait plutôt par sa volatilité que par sa force électrique. Pour nous, nous pensons que c'est réellement cette force électrique qui concourt à la formation de l'acide aspartique, lequel, un instant après, se trouve bientôt combiné avec la potasse. A l'appui de ce raisonnement, nous rappellerons les résultats de la décomposition de l'asparagine dans l'eau, qui se trouveront ainsi expliqués. La potasse ne ferait donc que presser les phénomènes en unissant sa puissance à celle de l'ammoniaque. D'autres faits semblent justifier notre opinion, et prouver même que la volatilité de l'ammoniaque ne peut être ici prise en considération ; en effet, pendant la préparation de l'acide aspartique par les acides puissans, préparation dont il sera fait mention plus loin, la volatilité de l'ammoniaque ne joue évidemment aucun rôle, tandis que son pouvoir électro-positif doit être une des causes principales de la naissance de l'acide organique. Les acides puissans ne feront que hâter les événemens, de même

que la potasse, mais ils ne produiront cet effet sans doute que par leur affinité pour l'alcali volatil.

Quoi qu'il en soit, pour adopter cette représentation des faits, il faut, puisque l'acide aspartique et l'ammoniaque ne préexistent pas, admettre que ces deux corps sont eux-mêmes produits par des forces électro-chimiques qui se trouvent mises en jeu au moment de l'opération, et qui pour cet effet disposent convenablement les atomes élémentaires de l'asparagine.

Il nous avait aussi paru possible que les cristaux d'asparagine pussent agir par leurs pointes; l'expérience faite comparativement avec du verre brisé nous a convaincus du contraire. Cependant le soluté d'asparagine ne produisant pas le même effet que ses cristaux, il devient à peu près certain que cette dissemblance est due à ce que dans le soluté les particules de l'asparagine sont trop écartées et paraissent inertes par cela même.

La réaction par le bi-carbonate d'ammoniaque s'explique par des raisonnemens à peu près analogues, nous les passerons sous silence.

Nous ne parlerons point ici des propriétés de l'acide aspartique, l'auteur de sa découverte ayant traité avec assez de détails cet épisode intéressant de l'histoire de l'asparagine dans un travail particulier. Nous nous bornerons à rapporter que nous avons tenté sans succès la préparation de plusieurs aspartates doubles, entre autres celui de soude et de deutoxide de cuivre. Dans cette intention, ayant dissous dans l'eau deux atomes d'aspartate de baryte, après en avoir converti un en aspartate de soude, nous avons transformé l'autre en aspartate de cuivre (la liqueur était chaude et peu chargée). Le so-

luté salin d'un beau bleu d'azur, mis en repos, était le lendemain presque entièrement décoloré, et avait laissé déposer sous forme de petits filamens soyeux de l'aspartate de cuivre : les eaux-mères se sont réduites par des évaporations successives en un liquide bleu de consistance épaisse, sans jamais avoir pu produire de cristaux.

Aspartate de cuivre. Ce sel peut être obtenu en cristaux soyeux; il est extraordinairement peu soluble dans l'eau froide; on le fait cristalliser facilement dans ce liquide à l'aide de la chaleur : l'eau-mère en retient si peu qu'elle est à peine affectée par les réactifs qui décèlent le mieux la présence du cuivre : la saveur fortement styptique de ce métal couvre entièrement celle de l'acide aspartique qui lui est uni : l'aspartate de cuivre se dissout facilement dans un excès d'aspartate de soude dont il ne se sépare point par l'évaporation, de telle sorte qu'il forme avec celui-ci un aspartate double à proportions indéfinies. Quant à l'aspartate double résultant de la combinaison d'un atome avec un atome, on voit, par ce qui précède, qu'il n'existe qu'en dissolution dans l'eau chaude et qu'il se décompose par le refroidissement.

L'*aspartate d'ammoniaque liquide* devient acide par la concentration comme tous les sels ammoniacaux; il est très-soluble dans l'eau et cristallise difficilement; du reste il ne présente rien de bien digne d'attention.

Si l'on verse trois parties d'acide sulfurique d'une densité de 1,840 sur une partie d'asparagine en poudre, celle-ci se trouve convertie en sulfate, en aspartate d'ammoniaque sans formation d'acide acétique ni gaz carbonique ou autre, et sans coloration. Pour que le mélange se colore, il faut chauffer assez fortement, lequel

cas échéant, c'est l'acide aspartique qui est décomposé (1).

L'acide hydrochlorique concentré la dissout promptement à la température ordinaire : par une douce évaporation, de l'eau se dissipe, et l'on ne retrouve plus que deux sels ammoniacaux, l'hydrochlorate et l'aspartate.

L'acide nitrique la dissout sans altération apparente : un examen un peu attentif fait assez facilement apercevoir qu'il y a eu production de nitrate et d'aspartate d'ammoniaque. MM. Vauquelin et Robiquet avaient reconnu qu'il se formait de l'ammoniaque.

L'acide acétique, retiré du verdet, n'agit que lentement sur elle et d'une manière analogue à celle des acides que nous venons d'indiquer.

La propriété remarquable que M. Sérullas a reconnue à l'acide iodique de colorer en rouge-brun ou en bleu la morphine, en mettant à nu l'iode, nous a engagés à examiner si cet acide présenterait quelque chose d'analogue avec l'asparagine : l'expérience a été négative.

Le soluté aqueux d'asparagine ne précipite point par

Les acétates de plomb ;

Le nitrate d'argent ;

Les sels de fer, de cuivre, de manganèse, etc. ;

La teinture de noix de galle, etc., etc.

Action sur l'économie animale. L'odeur bien connue que les asperges communiquent aux urines pouvait faire croire qu'elle était occasionée par l'action de l'aspara-

---

(1) L'action des acides puissans sur l'asparagine peut être mise à profit pour préparer l'acide aspartique très-facilement, surtout le sulfurique.

gine sur les reins. Pour vérifier s'il en était ainsi, nous nous sommes administrés, à l'heure de nos repas, une quantité d'asparagine plus considérable que celle contenue dans le nombre d'asperges nécessaire pour produire le phénomène physiologique dont il est ici question; comme nous n'avons rien remarqué d'insolite dans les urines de digestion, nous en avons conclu que leur altération était due à une autre substance. Nous ajouterons, pour les personnes qui seraient curieuses de pousser l'expérience plus loin, que l'eau distillée des jeunes pousses d'asperges, recohobée trois fois sur de nouveaux turions, ne change pas l'odeur des urines, tandis que leur extrait aqueux agit comme les asperges cuites : c'est donc là que réside le principe actif.

Composition. En nous conformant aux principes que nous avons adoptés dans notre travail sur l'analyse organique, nous avons trouvé que l'asparagine était composée, pour 101,5013, de

Carbone, moyenne de deux expériences.	38,3853;
Hydrogène, moyenne de quatre expériences concordantes, dont deux par l'hydrogène directement et deux par l'eau........................	6,2398;
Azote, moyenne de deux expériences...	22,4627;
Oxigène, par différence..............	34,4135.
	101,5013.

Si nous multiplions ces chiffres par 12, nous aurons :

Carbone.....	460,6236 ;
Hydrogène...	74,8776 ;
Azote.......	269,5524 ;
Oxigène. ...	412,9620.

Ces nombres se rapprochent des suivans :

458,622 = 12 atomes, ou 6 proportions carbone ;
74,877 = 12 atomes, ou 6 proportions hydrogène ;
265,554 = 3 atomes, ou 1 proportion ½ azote ;
400,000 = 4 atomes, ou 4 proportions oxigène.

D'après cela, l'asparagine pourrait être considérée comme formée de

	H	C	O	Az
2 proportions d'ammoniaque....	6	»	»	2 ;
3 prop. hydrogène bi-carboné...	6	6	»	» ;
1 prop. cyanogène............	»	2	»	1 ;
4 prop. acide carbonique......	»	4	8	».
	12	12	8	3.

Dans tous les cas, le symbole chimique de l'asparagine sera : $H^{12}\ C^{12}\ O^{4}\ Az^{3}$;
et le poids de son atome, 1199,053.

L'analyse de l'acide aspartique nous a offert des résultats qui cadrent mal avec les atomes ; cependant nous n'avons pas cru devoir les corriger pour les faire entrer de force dans la théorie : nous avons trouvé cet acide composé de :

Carbone.....	613,698	37,7251 ;
Hydrogène...	87,357	5,3700 ;
Azote.......	195,881	12,0412 ;
Oxigène.....	729,825	44,8637 ;
	1826,761	100,0000.

Ces nombres sont éloignés des suivans :

14 atomes	ou 7	proportions	carbone....	611,496 ;
14 ——	ou 7	———	hydrogène..	87,357 ;
2 ——	ou 1	———	azote......	177,036 ;
7 ——	ou 7	———	oxigène....	700.
				1575,889.

OBSERVATIONS.

L'histoire isolée de l'asparagine, bien qu'elle nous ait paru d'abord un peu aride, n'a pas laissé de nous mettre plusieurs fois à même de constater des faits importans. C'est ainsi, Messieurs, que votre esprit a pu être particulièrement frappé de l'action de l'eau, des acides et des alcalis sur cette substance. Les faits curieux qui en sont résultés ont vivement excité en nous le désir de savoir si nous ne les renouvellerions pas en soumettant aux mêmes agens chimiques d'autres matières animales. Nos expériences ont été si heureuses avec la gélatine, l'albumine, le sucre de lait, etc., que nous croyons pouvoir déduire de l'examen comparatif auquel nous nous sommes livrés, que :

1°. L'action des alcalis, par l'intermède de la chaleur et d'une grande quantité d'eau, sur les substances animales, dites *neutres*, offre des analogies très-grandes. Quand ces substances se trouvent décomposées, elles se transforment en ammoniaque, en acides organiques nouveaux, en matières particulières neutres, et il est probable qu'une certaine quantité d'eau doit être produite ou fixée. Tous les corps azotés ne donnent pas tous ces produits ; la gélatine, l'albumine, la fibrine sont celles qui fournissent les plus nombreux.

Cette action des alcalis justifie l'emploi de la chaux vive que l'on jette sur les cadavres pour empêcher les émanations putrides. La chaux dissout les matières molles, et les transforme en ammoniaque et en de nouveaux corps incapables d'infecter l'air par leur décomposition postérieure.

2°. L'eau, à différentes températures, peut agir de la même manière; exemple : l'asparagine.

Cette observation pourra contribuer à répandre quelque clarté sur la fermentation putride, dont les produits sont beaucoup plus nombreux qu'on ne le pense ordinairement : elle nous explique aussi la formation de l'ammoniaque, constatée par M. d'Arcet pendant la préparation de ses bouillons de gélatine; la présence des sels ammoniacaux, du moins en parties dans l'osmazôme; l'altération de la colle-forte par l'action prolongée du feu, etc.

3°. Les acides puissans sont capables de produire des effets semblables; exemples : l'acide sulfurique, l'hydrochlorique, avec la gélatine, l'albumine, l'asparagine.

4°. Nous espérons que l'action de la chaleur seule sera encore la même que celle des acides, des alcalis et de l'eau, lorsque les produits qui devront prendre naissance seront de nature volatile.

Ces observations, qui ne sont que l'énoncé de plusieurs faits positifs (1), semblent donc nous autoriser à

(1) Nous devons faire remarquer qu'ils offrent des rapports évidens avec la loi de l'action des alcalis et des acides sur les corps gras, établie par M. Chevreul, et étendue par MM. Bussy et Le Canu à l'action du feu sur les mêmes

les considérer comme la base de lois sous lesquelles viendront se ranger un grand nombre de matières azotées. Ces lois, Messieurs, nous aurions désiré les passer aujourd'hui sous silence, et ne les soumettre à votre sanction que lorsque nous aurions pu réunir des faits et plus nombreux et aussi concluans; mais, les sciences faisant des progrès étonnans, nous avons cru que vous ne nous blâmeriez pas d'avoir songé à nous établir une priorité qui plus tard aurait pu nous échapper. Nous avons pensé que, en publiant notre manière de voir, toute imparfaite qu'elle puisse être, elle pourrait encore être utile à la science en appelant l'attention des chimistes, dont le concours nous serait si utile pour décider plus promptement une question à la solution de laquelle se rattachera la découverte de plusieurs substances nouvelles, et qui donnera la clef d'un grand nombre de faits demeurés sans explication. Puissent ces excuses nous accorder quelque droit à votre indulgence, et nous attirer quelques encouragemens!

---

substances. Nous ne saurions non plus omettre de mentionner que MM. Gay-Lussac et Chevreul, en traitant les matières animales par les alcalis, ont obtenu divers acides remarquables par leur propriété saturante et leur nature azotée.

SUR *la Décomposition des sels métalliques à l'aide de la pile voltaïque.*

PAR M. CHARLES MATTEUCCI.

(Traduit de l'italien.)

L'INFLUENCE merveilleuse de la pile sur la décomposition chimique de l'eau, déjà découverte par MM. Carlisle et Nicholson, reçut bientôt une grande extension quand MM. Berzélius et Hisinger appliquèrent le même appareil à la décomposition des sels. Les beaux travaux de ces savans chimistes laissaient peu de chose à désirer, surtout après ceux de M. Davy, et je n'aurais rien à ajouter à ce sujet si, en répétant ces grandes expériences, il ne m'était pas arrivé d'observer quelques nouveaux faits particuliers dignes, à mon avis, de l'attention des physiciens.

Après avoir chargé une pile à colonnes d'environ trente élémens, je fis plonger les conducteurs de platine dans une solution de sel marin, et aussitôt il se dégagea des bulles de gaz de l'une et de l'autre extrémité. Ayant porté ensuite ce même fil dans une solution de sulfate de cuivre, je fus émerveillé de voir cesser entièrement le dégagement de gaz hydrogène autour du fil négatif, quoiqu'il se couvrît de cuivre métallique, tandis que le dégagement d'oxigène continuait autour du fil positif.

Ce fait, de prime abord, me parut si singulier que je le vérifiai de diverses manières. J'essayai d'autres dissolutions métalliques, et plusieurs, entre autres celles d'argent et plomb, me présentèrent le même phéno-

mène. Dans tous ces cas, la base se déposait à l'état métallique, tandis que dans les autres elle se précipitait sous la forme d'oxide.

D'après cette circonstance, pour expliquer le phénomène, j'avais à faire l'une de ces deux suppositions, ou que l'hydrogène s'unissait au métal, ou que ce métal se précipitant à l'état d'oxide, son oxigène se combinait alors avec l'hydrogène, et donnait pour produit de l'eau et du métal. J'aperçus bientôt que la première de ces deux hypothèses serait dépourvue de fondement; et, pour me le persuader, il me suffit de voir se dégager subitement de l'hydrogène du conducteur négatif couvert de cuivre, dès que j'immergeais le conducteur dans une solution de sel marin. Je n'avais donc plus qu'à supposer que l'oxide séparé était réduit par l'hydrogène dégagé en même temps.

Pour soumettre cette opinion à une nouvelle épreuve, je pris une pile composée seulement de deux élémens, et qui était trop faible pour décomposer l'eau légèrement salée; j'employai de plus une solution de nitrate d'argent qui, comme l'a montré M. Becquerel en se servant de courans électriques extrêmement faibles, est plus facilement décomposable. Dans ce cas, je n'obtins plus l'argent métallique comme à l'ordinaire, mais bien une couche olivâtre d'oxide d'argent. Il est donc suffisamment démontré que le dégagement d'hydrogène au pôle négatif de la pile cesse seulement, parce que ce gaz réduit l'oxide.

Voilà donc l'hydrogène à l'état naissant, c'est-à-dire, au moment où il est enlevé à une combinaison par le courant électrique de la pile, qui se trouve capable

d'opérer une décomposition, propriété dont il ne jouit ordinairement qu'à des températures élevées. Après avoir expliqué ainsi ce phénomène, je me complus à étudier encore la décomposition opérée par la pile, des chlorures, des iodures, etc., dans l'espérance que j'y trouverais quelque secours pour découvrir quelle est la vraie nature de ces combinaisons quand elles sont dissoutes dans l'eau. En effet, si l'on parvenait à détruire ces combinaisons avec des courans électriques trop faibles pour décomposer l'eau, on pourrait à juste titre en conclure que, dans l'acte de leur dissolution dans le liquide, les élémens de ces composés ne se séparent pas. Je pris donc une pile de deux élémens chargée avec de l'eau à peine salée, et incapable par conséquent de décomposer l'eau, même quand elle est acidulée. Je fis alors plonger les conducteurs de platine dans une solution de chlorure de cuivre, et j'observai après quelque temps que le fil négatif se couvrait de cuivre métallique, tandis qu'il se dégageait des bulles de gaz à l'autre pôle. Ayant alors remplacé le fil conducteur positif de platine par un fil d'argent, je vis ce dernier se couvrir d'une couche brunâtre qui bientôt devint violette, d'où je conclus qu'il s'était formé là du chlorure d'argent. Bien mieux, je tentai cette expérience sur l'iodure de zinc et sur celui de fer; or alors j'eus à peine immergé les fils de platine dans ces solutions, qu'on vit l'iode avec sa couleur se séparer au pôle positif, et le métal réduit au pôle négatif.

D'après ces expériences, je crois pouvoir conclure que les combinaisons en question, quoique dissoutes dans l'eau, n'ont pas changé de nature, et qu'elles ne se

sont pas transformées, comme beaucoup de chimistes le supposent, en hydrochlorates, hydriodates, etc. des oxides métalliques.

(Forly, États romains, 10 septembre 1830.)

Analyse *d'un nouveau minéral trouvé dans le Paramo-Rico, près Pamplona (Amérique du Sud).*

Par Mr J.-B. Boussingault.

A une petite distance du village de la Montuosa-Baja, dans le Paramo-Rico, à une hauteur absolue de 3800 mètres, on trouve dans une syénite décomposée une substance jaune, pesante, et qui, d'après l'analyse dont je vais rendre compte, semble devoir constituer une nouvelle espèce minérale.

Ce minéral se rencontre sous forme de petites concrétions; sa couleur est le jaune tirant sur le vert, sa pesanteur spécifique est 6,00, l'eau étant prise pour unité à la température de 24°. Soumis à l'action du chalumeau, sur le charbon, il fond facilement en un globule d'une couleur sombre; avec la soude on obtient aisément un bouton de plomb, et il se forme en même temps une scorie infusible; par une nouvelle dose de soude la scorie s'imbibe dans le charbon, et par le broyage et le lavage on retire de ce charbon une poudre grise, pesante, métallique, qui a l'aspect du régule de molybdène; on constate en effet par la voie humide la

présence d'une quantité notable d'acide molybdique dans le minéral.

Ce minéral se dissout dans l'acide nitrique en faisant effervescence. La dissolution précipite par le nitrate d'argent ; il est promptement attaqué par l'acide hydrochlorique : il se forme du chlorure de plomb, la liqueur prend une couleur verte, et en même temps il se dégage une odeur très-sensible de chlore.

Après m'être ainsi assuré que le minéral de Pamplona consistait en oxide de plomb combiné aux acides molybdique, carbonique, hydrochlorique et chromique, j'ai procédé à son analyse de la manière suivante : 100 grains du minéral réduit en poudre ont été calcinés au rouge naissant; par cette calcination il s'est dégagé 2g,9 d'acide carbonique.

Le minéral calciné a été dissous dans l'acide nitrique étendu de deux fois son volume d'eau; la dissolution était jaune pâle; on a eu un résidu de quartz qui a pesé 3g,7.

Dans la dissolution nitrique on a versé de l'acide sulfurique; il s'est formé un dépôt de sulfate de plomb qui, calciné, a pesé 95g,9 équivalant à 76g,6 d'oxide de plomb.

Dans la liqueur privée de plomb on a introduit du nitrate d'argent, en ayant soin de n'en ajouter qu'un très-léger excès ; il s'est déposé un précipité de chlorure d'argent qui a pesé 6g,6, et qui répond à 1g,3 d'acide hydrochlorique. L'excès d'argent introduit a été précipité par l'addition de quelques gouttes d'acide hydrochlorique et le chlorure séparé par le filtre; on a ensuite ajouté de l'ammoniaque qui a occasioné un précipité gélatineux qui, recueilli, a pesé après la calcination 7g,1.

Ce précipité pouvait contenir de l'oxide de plomb ; en conséquence il a été traité par l'acide hydrochlorique bouillant ; il s'est formé du chlorure de plomb qu'on a séparé en ajoutant de l'alcool à la liqueur acide ; le chlorure de plomb a pesé 4g,0, et représente 3g,2 d'oxide ; on a ainsi 73g,8 pour la quantité totale d'oxide de plomb contenue dans le minéral de Pamplona. La dissolution alcoolique acide a été concentrée et saturée par la potasse caustique ajoutée en excès afin de dissoudre l'alumine ; il est resté indissous 1g,7 d'oxide de fer ; la solution alcaline qui contenait l'alumine a été sursaturée par l'acide nitrique, l'alumine a été précipitée par l'ammoniaque ; calcinée, elle a pesé 2g,2.

La liqueur ammoniacale de laquelle l'alumine, l'oxide de fer et le reste de l'oxide de plomb avaient été séparés et qui devait renfermer les acides molybdique et chromique, a été soumise à l'évaporation ; en se concentrant, cette liqueur a pris une couleur jaune foncée. Les sels ammoniacaux dont la plus grande partie consistait en nitrate d'ammoniaque, ont été volatilisés ; il est resté une substance pulvérulente d'un blanc verdâtre, qui était un mélange d'acide molybdique et d'oxide de chrome.

On apercevait sur les parois de la capsule de platine dans laquelle les sels ammoniacaux avaient été volatilisés, une matière visqueuse, fusible, extrêmement acide, et qui possédait tous les caractères de l'acide phosphorique. Cet acide fut enlevé au moyen de l'alcool ; la dissolution alcoolique fut étendue d'eau et soumise à l'ébullition afin de chasser l'alcool ; ensuite elle a été saturée par l'ammoniaque, et en versant du nitrate de baryte, on a

obtenu 4^{g},0 de phosphate de baryte devant renfermer 1^{g},3 d'acide phosphorique.

L'acide molybdique mélangé d'oxide de chrome a été traité par une solution de potasse caustique, le mélange pesait 10^{g},9 ; après l'action de la potasse, il est resté 0^{g},9 d'oxide vert de chrome qui répond à 1^{g},2 d'acide chromique.

Le minéral de Pamplona contient, suivant cette analyse :

Oxide de plomb......	73^{g},8			
Acide molybdique....	10 ,0	Il faut nécessairement admettre que les acides contenus dans ce minéral sont combinés à l'oxide de plomb :		
Acide carbonique....	02 ,9	L'acide carbonique doit prendre...........	14^{g},6	de cet oxide 26^{g},4.
Acide hydrochlorique..	01 ,3	L'acide hydrochlorique.	5 ,3	
Acide phosphorique..	01 ,3	L'acide phosphorique..	4 ,1	
Acide chromique....	01 ,2	L'acide chromique.....	2 ,4	
Oxide de fer........	01 ,7	Il reste par conséquent 47^{g},4 d'oxide de plomb qui doit être uni à l'acide molybdique.		
Alumine...........	02 ,2			
Quartz..............	03 ,7			
	98 ,1			

Dans le molybdate de plomb neutre ($\dot{P}b\,\dddot{M}o^2$) le rapport entre l'acide et la base est tel que les 10^{g} d'acide molybdique contenus dans le minéral exigeraient seulement 15^{g},2 d'oxide de plomb ; mais la quantité d'oxide qui est ici combiné avec les 10^{g},0 d'acide, est à très-peu de chose près trois fois cette quantité. Il paraît donc que le minéral analysé est un nouveau molybdate de plomb qui contient trois fois l'oxide de molybdate neutre, analysé par Hatchett. Dans le molybdate de Pamplona, l'oxigène de la base est précisément égal à l'oxigène de

l'acide : c'est le molybdas triplumbicus dont la formule doit être $\dot{\ddot{P}}b^3 \dot{\dot{\dot{M}}}o^2$.

On peut donc considérer le minéral de Pamplona comme composé de :

S. molybdate de plomb ($\ddot{P}b^3 \dot{\dot{\dot{M}}}o^2$)...	56g,7 ;
Carbonate de plomb....................	17 ,5 ;
Hydrochlorate de plomb..........	06 ,6 ;
Phosphate de plomb................	05 ,4 ;
Chromate de plomb..............	03 ,6 ;
Gangue..........................	07 ,6 ;
Oxide de plomb en excès........	00 ,7.
	98 ,1.

Rio Sucio de Engrumà, mai 1880.

Analyse *de l'eau minérale de Païpa, près Tunja (Amérique du Sud).*

Par M. J.-B. Boussingault.

Le village de Païpa est situé à un jour de marche au nord-est de la ville de Tunja, dans une vallée étroite au milieu de laquelle le Rio Suarey prend naissance. Par une observation du baromètre, j'ai trouvé que ce village est élevé de 2,550 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le terrain des environs de Païpa, et en général celui qui constitue la plus grande partie de la Cordilière orientale des Andes, est un grès assez friable, à grain fin, d'une couleur qui varie du blanc au rouge amarante ;

ce grès devient souvent abondant en mica, prend une structure schisteuse, et renferme des coquilles et des débris de végétaux; c'est alors un grès bigarré parfaitement caractérisé, et dans la vallée basse du Chiramocha, comme dans la province du Socorro, il est recouvert par des dépôts très-étendus de muschelkalk. Cette roche arénacée s'élève à une très-grande hauteur; dans le Paramo de Chita, j'ai pu la suivre jusqu'à près de 4000 mètres d'élévation; un peu plus au nord, à la Sierra Nevada del Cocuy, elle est couverte de neiges éternelles; je l'ai vu descendre sans interruption jusqu'au Rio Casanare; à Salinas de Chita, sur la pente orientale de la Cordilière, elle abonde en sources salées.

Près du village de Païpa, dans l'Hacienda del Salitre, il existe des sources d'eau minérale remarquables par l'énorme quantité de sulfate de soude qu'elles produisent spontanément. L'Hacienda del Salitre est traversée par un petit ruisseau aux bords duquel et sur des points très-nombreux sourdent une multitude de sources d'eau chaude très-chargée de sels et qui laisse dégager un courant constant de gaz acide carbonique. A l'endroit où l'on passe le ruisseau pour se rendre à la maison d'habitation de l'Hacienda, j'ai trouvé la température d'une des sources, de 73° centigr.; plusieurs sources placées plus bas m'ont donné une température qui a varié entre 56° et 68° centigr.

Après quelques jours de sécheresse, le terrain qui avoisine le ruisseau se couvre d'une efflorescence saline. Le sel effleuri est à peine enlevé qu'il s'en produit une nouvelle quantité, de sorte qu'il suffit de quelques Indiens employés à balayer la surface du sol pour se pro-

curer en peu de temps une masse considérable de sulfate de soude. Dans le pays on désigne ce sel par le nom de *salitre*, et on le donne au gros bétail pour le faire engraisser.

J'ai soumis à l'analyse l'eau de la source dont la température a été trouvée de 73° centigr.

7,680 grains d'eau minérale soumise à l'ébullition ont laissé déposer 1 grain de carbonate de chaux; ainsi privée de carbonate calcaire, l'eau de Païpa n'est plus troublée par l'oxalate d'ammoniaque, mais le nitrate de baryte et le nitrate d'argent y forment des précipités abondans. Cette eau, concentrée par l'évaporation, devient assez fortement alcaline; elle précipite alors les sels de zinc et ceux de magnésie.

L'eau minérale de Païpa ne renfermant que des sels à base de soude, il a suffi, pour connaître sa composition, de doser les acides.

Dans 3,840 grains d'eau privée de carbonate de chaux et convenablement concentrée, on a versé du nitrate de baryte qui a fait naître un précipité du poids de 214 grains; ce précipité, mis en digestion dans de l'acide nitrique étendu, a fait légèrement effervescence et s'est réduit à 207 grains. C'était du sulfate de baryte équivalant à 126,5 gr. de sulfate de soude. L'acide nitrique avait enlevé au précipité 7 gr. de carbonate de baryte, qui répond à 1,6 gr. d'acide carbonique ou à 2,7 gr. de bi-carbonate de soude.

A l'eau minérale privée des acides sulfurique et carbonique, on a ajouté une solution de nitrate d'argent qui a donné 105 gr. de chlorure d'argent, correspondant à 51,1 gr. d'hydrochlorate de soude.

L'eau minérale de Paipa contient d'après cette analyse :

Eau	0,9530 ;
Sulfate de soude	0,0329 ;
Hydrochlorate de soude	0,0133 ;
Bi-carbonate de soude	0,0007 ;
Carbonate de chaux	0,0001.
	1,0000.

Je ne crois pas qu'on ait encore trouvé dans la nature une eau minérale aussi chargée de sels, et l'on conçoit aisément le parti qu'on pourrait tirer d'une source aussi abondante de sulfate de soude, si on entreprenait d'en extraire la soude, matière pour ainsi dire inconnue dans la Nouvelle-Grenade, mais qui y serait bientôt appréciée à cause des avantages qu'elle offrirait dans la fabrication des savons. Jusqu'à ce jour les savons sont préparés avec des lessives de cendres ; aussi sont-ils mous, de mauvaise qualité et d'un prix très-élevé.

Santa-Fé de Bogotà, novembre 1829.

Extrait *d'une Lettre de M.* Berzélius *à M.* Dulong.

M. Sefström, directeur de l'École des Mines de Fahlun, en examinant une espèce de fer remarquable par son extrême mollesse, vient d'y reconnaître la présence d'une substance dont les propriétés diffèrent de celles de tous les corps connus jusqu'ici, mais en pro-

portion si petite qu'il aurait fallu beaucoup de temps et de dépenses pour en retirer la quantité qu'aurait exigée un examen approfondi. Ce fer provenait de la mine de Taberg en Smöland, qui ne contient également que des traces du corps dont il s'agit. M. Sefström, ayant trouvé que la fonte en renfermait une proportion bien plus grande que le fer qui en est extrait, présuma que les scories formées pendant la conversion de la fonte en fer seraient encore plus riches : cette conjecture a bientôt été confirmée par l'expérience ; et M. Sefström, ayant pu se procurer ainsi une quantité de la nouvelle substance suffisante pour l'étudier, est venu chez moi pendant les vacances de Noël pour y terminer ses recherches à ce sujet.

Nous n'avons pas encore fixé définitivement le nom de cette substance. Nous l'appelons provisoirement *vanadium*, de *vanadis*, nom d'une divinité scandinave.

Le vanadium forme avec l'oxigène un acide et un oxide.

L'acide est rouge, pulvérulent ; il est fusible et se prend en masse cristalline par le refroidissement. Il est un peu soluble dans l'eau ; il rougit le tournesol, donne des sels neutres jaunes et des bi-sels orangés. Ses combinaisons avec les acides ou les bases, en dissolution dans l'eau, jouissent de la singulière propriété de perdre souvent tout-à-coup leur couleur ; elles ne la reprennent qu'au moment où elles reviennent à l'état solide ; et si l'on vient à les redissoudre, elles conservent leur coloration. Ce phénomène paraît avoir quelque analogie avec les deux états distincts de l'acide phosphorique et des phosphates.

Le gaz hydrogène réduit l'acide vanadique au rouge blanc ; il reste une masse cohérente, douée d'un faible éclat métallique, et qui conduit bien l'électricité. Toutefois il n'est pas encore certain que ce soit une réduction complète.

Le vanadium ainsi obtenu ne se combine pas avec le soufre, même lorsqu'on le porte au rouge dans une atmosphère formée par la vapeur de cette substance.

L'oxide de vanadium est brun, presque noir ; il se dissout facilement dans les acides. Les sels sont d'une couleur brune très-foncée ; mais, par l'addition d'un peu d'acide nitrique, il se manifeste une effervescence, et la couleur devient d'un très-beau bleu.

L'hydrogène sulfuré et même l'acide nitreux réduisent l'acide vanadique, en combinaison avec un autre acide, à cette matière bleue qui paraît n'être qu'un composé d'acide vanadique et d'oxide de vanadium, analogue à ceux que forment le tungstène, le molybdène, l'iridium et l'osmium. L'acide et l'oxide vanadique donnent en outre des combinaisons vertes, jaunes ou rougeâtres, toutes solubles dans l'eau sans le secours d'aucun autre acide.

L'oxide de vanadium, pourvu qu'il ait été produit par la voie humide, est soluble dans l'eau et dans les alcalis. La présence d'un sel dans l'eau rend sa dissolution impossible, et l'on peut tirer de cette remarque un procédé pour le précipiter.

Les vanadates dissous dans l'eau sont décomposés par l'hydrogène sulfuré, qui les transforme en sulfosels d'un beau rouge.

Le chloride vanadique est un liquide incolore, très-volatil, qui répand dans l'air une vapeur rouge épaisse.

Le fluoride est tantôt rouge, tantôt incolore, mais toujours fixe.

Dans les essais au chalumeau, le vanadium colore les flux en beau vert, comme le chrome.

Le Mémoire de M. Sefström présentera une histoire plus complète de cette substance.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Novembre* 1830.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	763,60	+12,6	62	764,34	+14,9	80	763,79	+14,5	78	763,30	+11,8	86	+14,9	+11,5	Couvert.	O.
2	762,50	+10,6	84	762,10	+14,2	77	763,83	+14,5	74	760,10	+10,8	80	+14,5	+ 9,5	Couvert.	S.
3	757,68	+ 9,0	82	757,82	+11,4	78	756,95	+12,6	78	757,30	+ 8,5	89	+12,6	+ 8,2	Couvert.	S. E.
4	75[illegible],10	+11,0	87	756,65	+15,8	7[illegible]	756,40	+15,0	70	758,35	+10,6	90	+15,8	+ 7,5	Nuageux.	S.
5	760,68	+ 9,0	86	759,62	+11,2	85	757,56	+13,2	84	755,07	+12,0	84	+13,2	+ 8,7	Couvert.	S. S. E.
6	752,42	+12,0	84	751,30	+16,3	77	749,13	+[illegible]	65	746,53	+14,0	70	+17,5	+10,5	Nuages.	S
7	741,85	+15,0	71	741,30	+14,2	76	741,80	+13,7	78	744,68	+11,0	84	+15,0	+10,2	Pluie fine.	S.
8	750,67	+ 8,8	86	751,43	+12,0	80	751,60	+11,0	76	753,43	+ 7,5	88	+12,0	+ 7,0	Quelques éclaircies.	S. S. O.
9	756,42	+ 8,2	85	757,03	+11,1	76	756,36	+10,0	74	756,42	+ 5,7	84	+11,1	+ 5,7	Couvert.	O. N. O.
10	757,26	+ 3,3	85	757,00	+ 9,4	85	756,46	+ 9,3	75	756,17	+ 5,8	88	+ 9,4	+ 1,3	Nuages, brouillard.	S.
11	753,88	+10,0	86	751,60	+14,0	79	760,44	+11,0	88	753,[illegible]0	+ 7,2	88	+14,0	+ 7,2	Très-couvert.	S.
12	759,90	+ 6,8	85	760,80	+14,0	77	760,90	+10,6	67	761,09	+ 4,5	82	+11,5	+ 4,5	Beau.	O.
13	757,32	+ 3,7	85	765,20	+ 8,6	74	753,50	+ 8,5	70	752,80	+ 6,7	75	+ 9,2	+ 1,0	Nuageux.	E. S. E.
14	752,83	+10,5	83	752,50	+10,3	84	751,34	+10,3	87	750,16	+11,0	86	+11,0	+ 8,0	Pluie.	S.
15	751,[illegible]	+ 9,0	86	753,90	+12,0	79	754,24	+13,0	74	754,57	+ 9,0	89	+13,0	+ 7,2	Légers nuages.	S.
16	748,[illegible]	+ 9,8	85	746,04	+13,6	74	743,70	+14,8	64	742,63	+13,8	70	+14,8	+ 7,5	Couvert.	S S. E.
17	747,68	+ 8,5	85	748,36	+11,2	78	749,12	+10,7	76	751,00	+ 6,2	89	+11,2	+ 6,2	Quelques éclaircies.	S. O.
18	753,46	+ 5,3	88	754,00	+ 8,0	82	754,26	+ 9,3	70	755,77	+ 5,8	80	+ 9,3	+ 3,0	Nuageux.	S. O.
19	761,56	+ 4,5	86	762,12	+ 7,5	80	762,36	+ 8,5	60	763,65	+ 2,7	75	+ 8,5	+ 2,7	Nuageux.	O.
20	762,50	+ 0,5	83	761,75	+ 6,0	80	761,23	+ 6,5	70	760,60	+ 2,8	78	+ 7,[illegible]	— 2,5	Nuageux.	S. O.
21	759,67	+ 4,2	85	759,40	+ 6,7	82	759,50	+ 6,7	85	759,20	+ 6,2	85	+ 6,7	+ 3,7	Couvert.	S. O.
22	756,44	+11,0	85	756,18	+11,[illegible]	85	756,25	+11,5	87	759,62	+ 7,8	86	+11,8	+[illegible]	Pluie.	S O.
23	762,62	+ 7,7	86	762,48	+10,2	76	762,76	+10,0	78	764,58	+ 5,7	88	+1[illegible]	+ 5,7	Nuageux.	O.
24	767,18	+ 3,5	88	76[illegible],33	+ 6,3	85	767,30	+ 8,0	[illegible]3	76[illegible],67	+ 4,4	88	+ 8,0	+ 3,0	Beau.	O.
25	766,73	+ 0,0	88	766,18	+ 3,2	85	764,80	+ 5,0	60	763,37	+ 1,0	80	+ 5,0	— 1,0	Nuageux.	N.
26	758,50	+ 0,5	80	757,00	+ 2,8	78	755,28	+ 4,3	66	753,64	+ 0,8	80	+ 4,3	— 0,5	Nuageux.	N. E.
27	750,57	— 2,0	82	759,30	+ 2,5	82	74[illegible],24	+ 4,6	72	748,00	+ 4,0	80	+ 4,6	— 2,5	Beau.	E. N. E.
28	746,68	+ 6,8	86	747,55	+ 9,5	82	747,55	+ 9,8	84	749,60	+ 6,5	88	+ 9,8	+ 5,8	Quelques éclaircies.	S. E.
29	7[illegible],45	+ 4,7	88	751,73	+ 7,5	85	751,77	+ 8,0	84	752,00	+ 7,0	85	+ 8,0	+ 4,5	Couvert.	E.
30	753,40	+ 4,5	80	753,30	+ 6,0	70	753,50	+ 6,3	72	754,88	+ 2,5	82	+ 6,8	+ 2,5	Nuageux.	N E.
1	756,02	+ 9,9	81	755,86	+13,0	78	755,14	+13,1	75	755,13	+ 9,8	84	+13,6	+ 8,0	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	754,03	+ 6,9	87	754,63	+10,1	79	754,11	+10,3	73	754,60	+ 7,0	81	+11,0	+ 4,5	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 6,[illegible]
3	757,32	+ 4,1	85	757,15	+ 6,7	81	756,79	+ 7,4	76	757,32	+ 4,6	84	+ 7,5	+ 2,8	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 5,0[illegible]
	756,09	+ 7,0	84	755,88	+ 9,9	79	755,35	+10,3	75	755,68	+ 7,1	83	+10,7	+ 5,1	Moyennes du mois,	+ 7,9.

Sur *les Volcans de l'Asie centrale.*

Tous les volcans actifs connus jusqu'ici se trouvaient être situés à d'assez petites distances de la mer. Cette circonstance, dont les géologues théoriciens s'étaient emparés pour appuyer quelques-uns de leurs systèmes, n'est pas aussi générale qu'on l'avait supposé. Les passages suivans, extraits d'un Mémoire de M. de Humboldt, établissent, en effet, qu'au centre même de l'Asie il y a eu des volcans en feu depuis les temps historiques.

Le volcan situé par 42° 25′ ou 42° 35′ de latitude, entre Korgos, sur les bords de l'Ili, et Kou-tché, dans la Petite-Boukharie, appartient à la chaîne du Thian chan : peut-être se trouve-t-il sur son versant septentrional, à 3 degrés à l'est du lac Issi-koul ou Temourtou. Les auteurs chinois le nomment *Pè chan* (Mont-Blanc), *Ho chan* et *Aghie* (montagne de feu). On ne sait pas si le nom de Pè chan veut dire que son sommet atteint à la ligne des neiges perpétuelles, ce que la hauteur de cette montagne déterminerait au moins pour le *minimum*, ou s'il indique seulement la couleur éclatante d'une cime couverte de sels, de pierres-ponces et de cendres volcaniques en décomposition. Un écrivain chinois du septième siècle dit : A 206 li, ou à 15 lieues au nord de la ville de Khoueï-tchéou (aujourd'hui Kou-tché), par 41° 37′ de lat. et 80° 35′ de longit. E., suivant les déterminations astronomiques des missionnaires faites dans le pays des Eleuths, s'élève le Pè chan, qui vomit sans interruption du feu et de la fumée. C'est de là que vient le sel ammoniac. Sur une des pentes du mont de Feu

(Ho chan), toutes les pierres brûlent, fondent et coulent à une distance de quelques dizaines de li. La masse en fusion (1) durcit à mesure qu'elle se refroidit. Les habitans l'emploient comme médicament dans les maladies (2) : on y trouve aussi du soufre.

M. Klaproth observe que cette montagne se nomme aujourd'hui *Khala*, et que, suivant le récit des Boukhars qui apportent en Sibérie le sel ammoniac, nommé *nao cha* en chinois et *nouchader* en persan, la montagne au sud de Korgos est si abondante en cette espèce de sel, que souvent les habitans du pays l'emploient pour payer leur tribut à l'empereur de la Chine. Dans une nouvelle *Description de l'Asie centrale*, publiée à Péking en 1777, on lit ces mots : « La province de Kou-tché produit du cuivre, du salpêtre, du soufre et du sel ammoniac. Cette dernière substance vient d'une montagne, au nord de la ville de Kou-tché, qui est remplie de cavernes et de crevasses. Au printemps, en été et en automne, ces ouvertures sont remplies de feu, de sorte que pendant la nuit la montagne paraît comme illuminée par des milliers de lampes. Alors personne ne peut s'en approcher. Ce n'est qu'en hiver, lorsque la grande quantité de neige a amorti le feu, que les indigènes travaillent à ramasser le sel ammoniac, et pour cela ils se mettent tout nus. Ce sel se trouve dans

(1) L'histoire de la dynastie chinoise des Thang, en parlant de la lave du Pè chan, dit qu'elle coulait comme une graisse liquide. (Note de M. Klaproth.)

(2) Non pas la lave, mais les particules salines qui font efflorescence à sa surface.

des cavernes, sous forme de stalactites, ce qui le rend difficile à détacher. Le nom de *sel tartare*, donné anciennement dans le commerce au sel ammoniac, aurait dû diriger depuis long-temps l'attention sur les phénomènes volcaniques de l'Asie intérieure. »

Dans l'état où l'ouvrage chinois cité plus haut le décrit, le Pë chan pourrait bien ne mériter que le nom d'un volcan qui ne brûle plus ; quoique les phénomènes ignés manquent aux solfatares que j'ai vues, telles que celles de Pouzzoles, du cratère du pic de Ténérife, du Rucu Pichincha et du volcan de Jorullo ; mais des passages d'historiens chinois plus anciens qui racontent la marche de l'armée des Hioung-nou dans le premier siècle de notre ère, parlent de masses de pierres en fusion qui coulent à la distance de quelques milles ; ainsi on ne peut, dans ces expressions, méconnaître des éruptions de lave. La montagne d'ammoniac entre Kou-tché et Korgos a aussi été un volcan en activité, dans la plus stricte acception de ce mot : un volcan qui vomissait des torrens de lave, au centre de l'Asie ; à 400 lieues géographiques (1) de la mer Caspienne à l'ouest, à 433

(1) La distance du Pè chan à la mer d'Aral est de 225 lieues, en adoptant pour longitude de la côte orientale de ce lac 56° 8′ 59″ sous les 45° 38′ 30″ de latitude ; détermination fondée sur l'observation des différences d'ascension droite de la lune et des étoiles par M. Lemm, astronome de l'expédition de M. Berg. C'est la seule observation astronomique qui ait été faite sur les bords du lac Aral. La position du Pè chan est rapportée à celle d'Aksou, ville que les missionnaires placent par 76° 47′ de longitude.

de la mer Glaciale au nord, à 504 du Grand-Océan à l'est, à 440 de la mer des Indes au sud. Ce n'est pas ici le lieu de discuter la question relative à l'influence du voisinage de la mer sur l'action des volcans; nous appelons seulement l'attention sur la position géographique des volcans de l'Asie intérieure, et sur leurs rapports réciproques. Le Pè chan est éloigné de trois à quatre cents lieues de toutes les mers. Lorsque je revins du Mexique, de célèbres géognostes témoignèrent leur étonnement au récit de l'éruption volcanique de la plaine de Jorullo, et du volcan de Popocatepetl encore en activité; et cependant la première n'est qu'à 30 lieues de distance de la mer, et le second à 43 lieues. Le Djebel Koldaghi, montagne conique et fumante du Kordofan, dont on entretint M. Ruppel à Dongola, est à 150 lieues de la mer Rouge (1), et cette distance n'est que le tiers de celle à laquelle le Pè chan, qui depuis 1700 ans a vomi des torrens de lave, se trouve de la mer des Indes.

Nous rappellerons une nouvelle éruption du pic de Tolima, dans la chaîne des Andes de la Nouvelle-Grenade, éruption d'un sommet qui appartient aux volcans disposés en série, et qui fait partie de la chaîne centrale à l'est du Cauca, la plus éloignée de la mer, et non de la chaîne occidentale qui borne le Choco, si riche en or et en platine (l'Oural de la Colombie). L'opinion suivant laquelle les Andes n'offrent aucun volcan en activité, dans les parties où cette chaîne s'éloigne de la mer, n'est nullement fondée. Le système des montagnes de

(1) *Nouvelles Annales des Voyages*, par Eyriès et Malte-Brun, t. XXIV, p. 282.

Caracas qui se dirigent de l'est à l'ouest, ou la chaîne du littoral de Venezuela, est ébranlé par de violens tremblemens de terre, mais n'a pas plus d'ouvertures qui soient en communication permanente avec l'intérieur de la terre, et qui vomissent de la lave, que n'en a la chaîne de l'Himâlaya, qui n'est guère à plus de cent lieues de distance du golfe de Bengale, ou que n'en ont les Ghâts, que l'on peut presque appeler une chaîne côtière. Lorsque le trachyte n'a pas pu pénétrer à travers les chaînes quand elles ont été soulevées, elles n'offrent pas de crevasses; il ne s'y est pas ouvert des conduits par lesquels les forces souterraines puissent agir d'une manière permanente à la surface. La circonstance remarquable du voisinage de la mer partout où des volcans sont encore en activité, circonstance que l'on ne peut nier en général, semble avoir pour cause moins l'action chimique de l'eau, que la configuration de la croûte du globe et le défaut de résistance que, dans le voisinage des bassins maritimes, les masses de continent soulevées opposent aux fluides élastiques, et à l'issue des matières en fusion dans l'intérieur de notre planète. De véritables phénomènes volcaniques peuvent se manifester, comme dans l'ancien pays des Eleuts, et à Tourfan, au sud du Thian chan, partout où par d'anciennes révolutions une fissure dans la croûte du globe s'est ouverte loin de la mer. Les volcans en activité ne sont plus rarement éloignés de la mer que parce que partout où l'éruption n'a pas pu se faire sur la déclivité des masses continentales vers un bassin maritime, il a fallu un concours de circonstances très-extraordinaires pour permettre une communication permanente entre l'intérieur du globe

et l'atmosphère, et pour former des ouvertures qui, comme les sources thermales intermittentes, épanchent, au lieu d'eau, des gaz et des terres oxidées en fusion, c'est-à-dire des laves.

A l'est du Pè chan, le mont Blanc du pays des Eleuts, toute la pente septentrionale du Thian chan offre des phénomènes volcaniques : « on y voit des laves et des pierres-ponces, et même de grandes solfatares, que l'on nomme des *lieux brûlans*. La solfatare d'Ou roumtsi a cinq lieues de circonférence ; en hiver, elle n'est pas couverte de neige : on la croirait remplie de cendres. Si l'on jette une pierre dans ce bassin, il s'en élève des flammes et une fumée noire qui dure long-temps. Les oiseaux ne se hasardent pas à voler au-dessus de ces lieux brûlans. » A l'ouest et à 60 lieues de Pè chan, il y a un lac (1) d'une étendue assez considérable, et dont les différens noms en chinois, en kirghiz, en kalmuk signifient eau chaude, salée et ferrugineuse.

Si nous franchissons la chaîne volcanique du Thian chan, nous trouvons, à l'est-sud-est du lac Issi-koul dont il est si souvent question dans les itinéraires que j'ai recueillis, et du volcan du Pè chan, le volcan de

(1) Selon la carte de l'Asie intérieure de Pansner, sa longueur est de 17 à 18 lieues, et sa largeur de 6 à 7 ; il s'appelle en kalmuk Temourtou (le ferrugineux), en kirghiz Touz koul, en chinois Yan haï (lac salé), ou Je hais, et en turc Issi-koul (lac chaud). Klaproth. (*Mémoires relatifs à l'Asie*, t. II, p. 358, 416 ; t. III, p. 299.) M. Abel Rémusat regarde le Balkachi comme le lac chaud des Chinois. (*Journal asiatique*, t. V, p. 45, note 2.)

Tourfan, que l'on peut nommer aussi le volcan de Ho tcheou (ville de feu), car il est très-près de cette ville (1). M. Abel Rémusat a parlé en détail de ce volcan dans son *Histoire* de Khoten, et dans sa lettre à M. Cordier (2). Il n'y est pas question de masses de pierres en fusion (torrens de laves) comme au Pè chan; mais « on en voit continuellement sortir une colonne de fumée; cette fumée est remplacée le soir par une flamme semblable à celle d'un flambeau. Les oiseaux et les autres animaux qui en sont éclairés paraissent de couleur rouge. Pour y aller chercher le nao cha ou sel ammoniac, les habitans du pays mettent des sabots, car des semelles de cuir seraient trop vite brûlées. » Le sel ammoniac ne se recueille pas seulement au volcan de Ho tcheou, comme une croûte ou un sédiment tel que les vapeurs qui s'exhalent l'ont déposé; les livres chinois parlent aussi « d'un liquide verdâtre que l'on ramasse dans des cavités; on le fait bouillir et évaporer, et l'on obtient le sel ammoniac sous la forme de petits pains de sucre d'une grande blancheur et d'une pureté parfaite. »

Le Pè chan et le volcan de Ho tcheou ou Tourfan sont éloignés l'un de l'autre de 140 lieues dans la direc-

(1) Ho tcheou, ville aujourd'hui détruite, était à une lieue et demie à l'est de Tourfan.

(2) L. c. *Description* de Khotan, p. 19 — 91. M. Abel Rémusat nomme le volcan de Pè chan, au nord de Koutché, *volcan de Bichbalik*. Du temps des Mongols en Chine, tout le pays entre la pente septentrionale du Thian chan et la petite chaîne du Tarbagataï s'appelait *Bichbalik*.

tion de l'est à l'ouest. A peu près à 40 lieues à l'ouest du méridien de Ho tcheou, au pied du gigantesque Bokhda-oola, se trouve la grande solfatare d'Ouroumtsi. A 140 lieues au nord-ouest de celle-ci, dans une plaine voisine des rives du Khobok, qui s'écoule dans le petit lac Darlaï, s'élève une colline « dont les fentes sont très-chaudes sans cependant exhaler de la fumée (des vapeurs visibles). L'ammoniac se sublime dans ces crevasses en une écorce si solide que l'on est obligé de briser la pierre pour la recueillir. »...............

Nous connaissons ainsi dans l'intérieur de l'Asie un territoire volcanique dont la surface est de plus de 2,500 lieues carrées, et qui est éloigné de trois à quatre cents lieues de la mer; il remplit la moitié de la vallée longitudinale située entre le premier et le second système de montagnes. Le siége principal de l'action volcanique paraît être dans le Thian chan. Peut-être le colossal Bokhda-oola est-il une montagne trachytique comme le Chimborazo. Du côté du nord du Tarbagataï et du lac Darlaï l'action devient plus faible; cependant M. Rose et moi nous avons trouvé du trachyte blanc, le long de la pente sud-ouest de l'Altaï, sur une colline campaniforme, à Ridderski et près du village de Boutatchikha.

Des deux côtés, au nord et au sud du Thian chan, on ressent de violens tremblemens de terre. La ville d'Aksou fut entièrement détruite au commencement du 18e siècle par une commotion de ce genre. M. Eversman, professeur à Kasan, dont les voyages répétés ont fait connaître la Boukharie, entendit raconter par un Tatare qui le servait et qui connaissait bien le pays entre les lacs Balkachi et Ala-koul, que les tremblemens de

terre y étaient très-fréquens. Dans la Sibérie orientale, au nord du parallèle du 50e degré, le centre du cercle des secousses paraît être à Irkoutsk, et dans le profond bassin du lac Baïkal, où, sur le chemin de Kiakhta, surtout sur les bords du Djida et du Tchikoï, on remarque du basalte avec de l'olivine, de l'amygdaloïde cellulaire, de la chabasie et de l'apophyllite. Au mois de février 1829, Irkoutsk souffrit beaucoup de la violence des tremblemens de terre; au mois d'avril suivant, on ressentit aussi à Ridderski des commotions que l'on observa dans la profondeur des mines où elles furent très-vives. Mais ce point de l'Altaï est la limite extrême du cercle des secousses; plus à l'ouest, dans les plaines de la Sibérie, entre l'Altaï et l'Oural, ainsi que dans toute la longue chaîne de l'Oural, on n'a ressenti jusqu'à present aucun ébranlement........

Le territoire volcanique de Bichbalik est à l'est du grand affaissement de l'ancien monde. Des voyageurs qui sont allés d'Orenbourg en Boukharie racontent qu'à Soussac, dans le Kara-tau, qui forme avec l'Ala-tau un promontoire au nord de la ville de Tharaz ou Turkestan, sur le bord de l'affaissement, des sources thermales jaillissent. Au sud et à l'ouest du bassin intérieur nous trouvons deux volcans encore en activité; le Demavend, visible de Tehran, et le Séïban de l'Ararat (1), couvert de laves vitreuses. Les trachytes, les porphyres et les sources thermales du Caucase sont connus. Des deux

(1) La hauteur de l'Ararat est, selon Parrot, de 2700 toises; celle de l'Elbrouz, d'après Kuppfer, de 2560 au-dessus du niveau de l'Océan.

côtés de l'isthme, entre la mer Caspienne et la mer Noire, les sources de naphte et les salses ou volcans de boue sont nombreux. Le volcan boueux de Taman dont Pallas et MM. Engelhard et Parrot ont décrit la dernière éruption ignée de 1794, d'après le récit des Tatares, offre la répétition du phénomène de Bakou et de toute la presqu'île d'Abchéron. Les éruptions ont lieu dans les endroits où les forces volcaniques rencontrent le moins d'obstacles. Le 27 novembre 1827, des ébranlemens très-violens furent suivis au village de Gokmali, dans la province de Bakou, à trois lieues de la côte occidentale de la mer Caspienne, d'une éruption de flammes et de pierres. Un emplacement long de 200 toises et large de 150 brûla pendant vingt-sept heures sans interruption, et s'éleva au-dessus du niveau du terrain voisin. Après que les flammes se furent éteintes, on vit jaillir des colonnes d'eau qui coulent encore aujourd'hui comme des puits artésiens (1).........

Voici encore quelques notices sur d'autres lieux volcaniques de l'Asie centrale.

Près d'Ouroumtsi, et 30 li à l'ouest du poste de *Byrké boulak*, on voit un espace de 100 li de circonférence, qui est couvert de cendres volantes; si l'on y jette la moindre chose, une flamme éclate et consume tout en un clin d'œil. Quand on y lance une pierre, on en voit sortir une fumée noire. En hiver, la neige ne s'y maintient pas. On appelle ce lieu la *plaine enflammée*. Les oiseaux n'osent pas voler au-dessus.

Sur la frontière qui sépare la province d'Ili du district

(1) *Abeille du Nord*, 1828, N° 12.

d'Ouroumtsi, on trouve un gouffre d'environ 90 li de circonférence. De loin, il paraît couvert de neige; le terrain, qui ressemble à une surface imprégnée de sel, s'endurcit lorsqu'il a plu. Quand on y jette une pierre, on entend un bruit pareil à celui que ferait un bâton qui frappe sur du fer. Si un homme ou un animal marche sur cet abîme, il est englouti à jamais. On l'appelle la *fosse des cendres*.

Ouroumtsi est entouré à l'ouest par une chaîne de monts sablonneux, très-riches en houille.

La grande géographie impériale de la Chine fait encore mention d'une montagne de sel ammoniac, appelée *Naochidar oulan dabsoun oota*, en mongol la montagne du sel ammoniac et du sel rouge. Elle la place en dehors de la frontière orientale de la principauté de Khoten au milieu du désert de sable. A l'est, poursuit-elle, des montagnes contiguës vont rejoindre la chaîne du *Nanchan*, du district de *Ngan si tcheou*, de la province chinoise de Kan sou.

Les géographes arabes du moyen âge désignaient, sous le nom d'*al-Botom*, les montagnes de la partie orientale du district de la ville de *Soutrouchna* ou *Osrouchna*, actuellement détruite, et qui était située à moitié chemin de Samarkand à Ferghana. La ville de Zamin de nos jours appartenait à ce canton. Ibn Haukal place dans ces montagnes un puits de feu et de sel ammonial, dont il donne la description suivante : « Dans le mont *Botom* est une espèce de caverne, sur laquelle on a construit un édifice comme une maison dont les portes et les fenêtres sont fermées. Il y a une source de laquelle s'élève une vapeur qui, pendant le jour, res-

semble à de la fumée, et, pendant la nuit, à du feu. Quand la vapeur se condense, elle forme le sel ammoniac (*Nouchadir*) qu'on recueille. Dans cette voûte, la chaleur est si forte que personne n'y peut entrer sans se brûler, à moins d'être vêtu d'un habit épais trempé dans l'eau; ainsi préservé, on entre rapidement et on prend autant de ce sel qu'on en peut saisir. Ces vapeurs changent de temps en temps de place; pour les retrouver, il faut faire des fosses, jusqu'à ce qu'elles se montrent de nouveau. Souvent on fouille inutilement, et il faut recommencer le travail à un autre endroit pour les rencontrer. S'il n'y avait pas d'édifice construit sur ces fosses pour empêcher que la vapeur se disperse, elle ne nuirait pas à ceux qui s'approchent; mais, ainsi renfermée, elle brûle par sa chaleur intense ceux qui y entrent. »

Sur les volcans du Japon, par M. Klaproth.

La chaîne volcanique dont les premiers chaînons méridionaux se trouvent dans l'île de Formose, s'étend par les îles Lieou khieou jusqu'au Japon, et de là par l'archipel des Kouriles jusqu'au Kamtchatka.

La grande île de Kiousiou, par laquelle commence le Japon au sud-ouest, est très-volcanique dans ses parties occidentales et méridionales. L'*Oûnzen ga dake* (la haute montagne (1) des sources chaudes) est situé

(1) Le mot *dake* en japonais est le synonyme du terme *yo*, par lequel les Chinois désignent les plus hautes cimes de leur pays.

sur la grande presqu'île qui forme le district de *Takakoa* de la province de *Fisen*, et à l'ouest du port de Simabara. On voit sur cette montagne, comme dans les presqu'îles de Taman et d'Abchéron, plusieurs cratères qui jetaient une boue noire et de la fumée. Dans les premiers mois de l'année 1793, le sommet de l'Oûn zen ga dake s'affaissa entièrement. Des torrens d'eau bouillante sortirent de toutes parts de la cavité profonde qui en résulta, et la vapeur qui s'éleva au-dessus ressemblait à une fumée épaisse. Trois semaines plus tard, il y eut une éruption du volcan *Bivo-no-koubi*, environ à une demi-lieue de distance du sommet; la flamme s'éleva à une grande hauteur; la lave qui en découla s'étendit avec rapidité au bas de la montagne, et, en peu de jours, tout fut en flammes dans une circonférence de plusieurs milles. Un mois après, un tremblement de terre horrible se fit sentir par toute l'île de Kiousiou, principalement dans le canton de Simabara; il se répéta plusieurs fois, et finit par une éruption terrible du mont *Miyi-yama*, qui couvrit tout le pays de pierres et mit principalement la partie de la province de *Figo*, vis-à-vis de Simabara, dans un état déplorable.

Dans le district d'*Aso*, dans l'intérieur du Figo, est le volcan *Aso-noyama*, qui jette des pierres et des flammes; les dernières sont de couleur bleue, jaune et rouge. Enfin, la province la plus méridionale du Kiousiou, nommée *Satsouma*, est entièrement volcanique et imprégnée de soufre; les éruptions n'y sont pas rares. En 764 de notre ère, trois nouvelles îles sortirent du fond de la mer qui baigne le district de *Kaga sima*; elles sont à présent habitées. Au sud de la pointe la plus

méridionale du Satsouma est *Ivoo-sima* (l'île de soufre) qui brûle perpétuellement.

Le phénomène volcanique le plus mémorable au Japon eut lieu dans l'année 285 avant notre ère; alors un immense écroulement forma, dans une seule nuit, le grand lac nommé *Mitsou-oumi* ou *Biva-no-oumi*, situé dans la province d'Oomi, de la grande île de Nifon, et auquel nos cartes donnent le nom de *lac d'Oïtz*. Dans le même moment que s'effectua cet écroulement, la plus haute montagne du Japon, le *Fousi-no-yama*, dans la province de *Sourouga*, s'éleva du sein de la terre. Du fond du lac *Mitsou-oumi* sortit, dans l'année 82 avant Jésus-Christ, la grande île de *Tsikou bo sima*, qui existe encore.

Le *Fousi-no-yama* est une énorme pyramide couverte de neiges perpétuelles, située dans la province de *Sourouga* à la frontière de celle de *Kaï*; c'est le volcan le plus considérable et un des plus actifs du Japon. En 799, il fit une éruption qui dura depuis le 14e jour du 3e mois jusqu'au 18e du 4e; elle fut épouvantable, les cendres couvrirent tout le pied de la montagne et les courans d'eau du voisinage prirent une couleur rouge. L'éruption de l'an 800 se fit sans tremblement de terre, tandis que celles du 6e mois de 863 et du 5e de 864 en furent précédées. La dernière fut très-violente, la montagne brûla sur une étendue de deux lieues géographiques carrées. De toutes parts des flammes s'élevèrent à la hauteur de 12 toises, et furent accompagnées d'un bruit de tonnerre effroyable. Les tremblemens de terre se répétèrent trois fois, et la montagne fut en feu pendant dix jours; enfin sa partie inférieure creva, une

pluie de cendres et de pierres en sortit, et tomba en partie dans un lac situé au nord-ouest, et fit bouillonner ses eaux, de sorte que tous les poissons y moururent. La dévastation se répandit sur une étendue de 30 lieues, la lave coula à une distance de 3 à 4, et se dirigea principalement vers la province de Kaï.

En 1707, dans la nuit du 23e jour de la 11e lune, deux fortes secousses de tremblement de terre se firent sentir, le Fousi yama s'ouvrit, jeta des flammes et lança des cendres à 10 lieues au sud, jusqu'au pont de Rasou-bats, près d'Okabe, dans la province de Sourouga. Le lendemain l'éruption s'apaisa, mais elle se renouvela avec plus de violence le 25 et le 26. Des masses énormes de rochers, du sable rougi par la chaleur, et une immense quantité de cendres couvrirent tout le plateau voisin. Ces cendres furent poussées jusqu'à *Iosi vara*, où elles couvrirent le sol à une hauteur de 5 à 6 pieds; et même jusqu'à *Iedo*, où elles avaient plusieurs pouces d'épaisseur. A l'endroit où l'éruption avait eu lieu, on vit s'ouvrir un large abîme, à côté duquel s'éleva une petite montagne à laquelle on a donné le nom de *Foo ye yama*, parce que sa formation eut lieu dans les années nommées *Foo ye*.

Au nord du lac Mitsou oumi et de la province d'Oomi est celle de Ietsisen, qui s'étend le long de la côte de la mer de Corée, et est bornée au nord par la province de Kaga. Sur leurs confins respectifs est situé le volcan *Sira yama* (montagne blanche) ou *Kosi no Sira yama* (montagne blanche du pays de Kosi); il est couvert de neiges perpétuelles. Ses éruptions les plus mémorables

eurent lieu en 1239 et 1554. On l'appelle aussi le Mont-Blanc de Kaga.

Un autre volcan très-actif du Japon est le mont *Asama yàma* ou *Asama-no dake* situé au nord-est de la ville de *Komoro*, dans la province de *Sinano*, une de celles du centre de la grande île de Nifon, au nord-est de celles de Kaï et de Mousasi. Il est très-élevé, brûle depuis le milieu jusqu'à la cîme, et jette une fumée extrêmement épaisse. Il vomit du feu, des flammes et des pierres ; les dernières sont poreuses et ressemblent à la pierre-ponce. Il couvre souvent toute la contrée voisine de ses cendres. Une de ses dernières éruptions est celle de 1783. Elle fut précédée par un tremblement de terre épouvantable ; jusqu'au 1er août la montagne ne cessa de vomir du sable et des pierres, des gouffres s'ouvrirent de toutes parts, et la dévastation dura jusqu'au 6 du même mois. L'eau des rivières Yoko gava et Kourou gava bouillonna ; le cours du Yone gava, l'un des plus grands fleuves du Japon, fut intercepté, et l'eau bouillante inonda les campagnes. Un grand nombre de villages furent engloutis par la terre, ou brûlés et couverts par la lave. Le nombre des personnes qui ont péri par ce désastre est impossible à déterminer ; la dévastation fut incalculable.

Dans la même province, il y a un lac spacieux nommé *Souva-no-mitsou oumi*, duquel découle la grande rivière Tenriou gava. Le lac est au nord-ouest de la ville de Taka sima, et reçoit un grand nombre de sources chaudes qui jaillissent de la terre dans ses environs.

Dans la province de *Yetsingo*, située au nord de celle de Sinano, il y a près du village de Kourou-gava moura,

un puits abondant de naphte, que les habitans brûlent dans leurs lampes; il se trouve aussi, dans le district de Gasi vara, un terrain dont le sol pierreux exhale du gaz inflammable, exactement comme dans plusieurs endroits de la presqu'île d'Abcheron, où est située la ville de Bakou. Les habitans du voisinage se servent de ce gaz en enfonçant un tuyau dans la terre, et l'allument comme un flambeau.

Le volcan le plus septentrional du Japon est l'*Yake yama* (mont brûlant) de la province de *Mouts* ou *Oosiou*; il est situé dans la presqu'île nord-est, au sud du détroit de *Sangar*, entre Tanab et Obata, et jette sans cesse des flammes. Les hautes montagnes qui traversent la province de Mouts, et la séparent de celle de *Deva*, contiennent également plusieurs volcans. Si nous les suivons à travers le détroit de Sangar, nous retrouvons sur la grande île de Ieso plusieurs montagnes qui jettent des flammes, de sorte que nous pouvons suivre la chaîne volcanique qui commence à Formose, par les îles Kouriles, jusqu'au Kamtchatka, dont les volcans sont en activité perpétuelle.

Les six volcans du Japon, que je viens de décrire, ainsi que les quatre montagnes desquelles sortent des sources chaudes, savoir le *Kokensan* ou *Youno dake* dans le Boungo, le *Fokouro san* dans le Deva, le *Tate yama* dans le Ietsiou et le *Foko ne yama* dans le Idsou, renferment, selon les Japonais, les dix enfers du pays.

Les monts *Fousi-no yama* et *Sira yama* sont regardés comme les plus élevés du Japon. Outre ces deux montagnes, les habitans de cette contrée regardent les sept

suivans comme les *mi dake* ou plus hautes cimes de leur pays.

1. Le *Fiaï yama* dans la province d'Oomi.
2. Le *Fira-no yama* dans la même province.
3. L'*Ifouki yama* dans le Setsou.
4. L'*Atako yama* dans le Yamasiro.
5. Le *Kin bou san* dans le Yamatto.
6. *Sin bou san* dans le Setsou.
7. Le *Katsoura ki yama* dans le Yamatto.

Mémoire *sur la Détermination de l'échelle du thermomètre de l'Académie del Cimento.*

Par Mr G. Libri.

(Lu à l'Académie des Sciences.)

Les recherches auxquelles je me suis livré depuis quelques années sur l'histoire des sciences en Italie, m'ont conduit nécessairement à comparer entre elles un grand nombre d'observations faites, à différentes époques, par des savans italiens sur divers points de physique. J'avais pour but, dans cette comparaison, de chercher si parmi les nombreuses discordances que je devais rencontrer en rapprochant les anciennes observations de celles que les modernes ont faites avec des instrumens plus délicats, je n'aurais pas trouvé, dans quelques cas, ce résultat, que, dans une période de temps donné, la plupart des erreurs suivaient une marche constante de diminution ou d'accroissement ; car, si cela m'était arrivé, les principes du calcul des probabilités

m'auraient autorisé à croire que la quantité qu'il s'agissait de déterminer avait varié avec le temps, et qu'elle en était une fonction. Ces rapprochemens peuvent servir d'indices pour découvrir l'influence du temps dans les phénomènes physiques, à l'aide d'observations fort imparfaites, de la même manière que les anciennes et grossières observations des Chinois et des Chaldéens ont conduit à trouver quelques-unes des variations séculaires du mouvement des astres. La physique terrestre, aussi-bien que la physique céleste, renferme un grand nombre d'élémens qui varient avec le temps (1); et c'est surtout à la découverte de ces élémens que doit servir l'histoire des sciences, qui deviendra de cette manière un puissant moyen d'avancement pour chaque branche de la physique. Parmi les questions que j'ai dû traiter, en m'occupant de ce genre de recherches, l'une des plus importantes est celle des températures terrestres; et c'est de celle-ci que je demande la permission d'entretenir pour quelques instans cette illustre Académie.

Le thermomètre inventé vers la fin du 16e siècle par Galilée (2) et perfectionné par Sagredo, devint bientôt,

---

(1) Sans parler des variations de l'aiguille aimantée, je ferai observer que, en comparant entre elles toutes les mesures connues de la vitesse du son, on trouve que, à partir des plus anciennes, elles vont presque toutes en diminuant. Sans affirmer que la vitesse du son a diminué depuis deux siècles, il me paraît que l'on pourrait chercher directement, par des observations multipliées, si cette quantité varie pour l'avenir.

(2) D'après Castelli et Viviani, il paraît démontré que Galilée avait inventé le thermomètre avant l'année 1597.

dans les mains de Viviani, de Torricelli et de leurs contemporains, un instrument de météorologie. Borelli à Pise, Raineri et d'autres à Florence, Cavalieri et Riccioli en Lombardie, organisèrent, sous la direction de l'Académie del Cimento, un système très-étendu d'observations météorologiques simultanées; et en même temps le grand duc Ferdinand II chargea les moines de plusieurs couvens de la Toscane d'observer régulièrement le thermomètre et les autres instrumens météorologiques connus à cette époque (1). On recueillit de cette manière une masse énorme d'observations qui auraient conduit à la connaissance approfondie de la température moyenne des points les plus importans de l'Italie, si des raisons politiques n'eussent déterminé le prince Léopold de Médicis, protecteur de l'Académie del Cimento, à demander le chapeau de cardinal; car sa demande ne lui fut accordée qu'à condition qu'il sacrifierait l'Académie qu'il dirigeait à la haine implacable que la cour de Rome portait à la mémoire de Galilée et à ses disciples. En conséquence l'Académie del Cimento fut dissoute, et l'on vit Borelli mendier dans les rues de

---

(1) Le baromètre inventé par Torricelli en 1642 servit en 1643, en Toscane, à mesurer les hauteurs. (Voyez Beriguardi Circulus Pisanus 7, page 621, édition de 1643.) L'expérience du Puy de Dôme, dirigée par Pascal, n'est que de 1646. Vers la même époque, Borelli employa le baromètre pour prédire les changemens de temps. Le pluviomètre était beaucoup plus ancien. Léonard de Vinci avait construit un hygromètre vers la fin du 15e siècle, et, dans le 17e, Folli de Poppi avait inventé un hygromètre à roue.

Rome, et Oliva, les os à moitié brisés par la torture, se soustraire par le suicide aux nouveaux tourmens que lui préparait l'Inquisition. Plusieurs écrits originaux de Galilée et de ses disciples furent livrés aux flammes, et, pendant près d'un siècle, on crut perdus tous les autres. Cependant, après que la plupart de ces manuscrits avait été employée aux usages les plus vils, on en retrouva, comme par miracle, quelques volumes, et, parmi ceux-ci, une partie des registres des observations thermométriques que, pendant seize ans, le père Raineri, élève de Galilée, avait faites au couvent des Angeli à Florence. Ces registres offrent quelques lacunes, mais ils n'en sont pas moins précieux par leur date, qui précède de presque cinquante ans celle de toutes les observations météorologiques connues jusqu'à présent, et par le soin avec lequel on faisait les observations (1).

Toutefois ce recueil si important en lui-même ne pouvait être utile pour la question des températures terrestres que par la comparaison de ces anciennes observations avec des observations plus récentes. Mais les élémens de cette comparaison n'existaient pas. Car, d'un côté, l'échelle des thermomètres des académiciens del

(1) Les observations thermométriques étaient faites au moins cinq fois par jour : il y avait deux thermomètres que l'on observait simultanément, en tâchant de les garantir autant que possible du rayonnement des corps environnans ; car les académiciens del Cimento connaissaient non-seulement la réflexion de la chaleur lumineuse, mais aussi le rayonnement de la chaleur obscure : témoin leur observation du rayonnement de la glace.

Cimento n'avait point de termes fixes (1), et, de l'autre côté, la proscription qui avait frappé les écrits des grands hommes de Florence, n'avait pas épargné leurs instrumens. Ceux qui avaient échappé à la destruction étaient des instrumens de luxe dont on ne se servait presque jamais, tandis qu'on ne trouvait nulle part de ces petits thermomètres à alcool, dont l'échelle était divisée en cinquante parties, et que les académiciens del Cimento nous décrivent comme marchant toujours d'accord entre eux.

N'ayant aucun moyen pour déterminer directement le rapport de l'échelle de nos thermomètres avec celle des instrumens des académiciens del Cimento, je pensai à utiliser quelques-unes de leurs observations qui donnaient le degré marqué par leur thermomètre dans des circonstances presque invariables, telles que la fonte de la glace et la dilatation de certains liquides (2). Ayant ainsi déterminé quelques points fixes, je formai par in-

(1) Newton est le premier qui ait formé un thermomètre avec deux points fixes aux extrémités de l'échelle. Cependant Renaldini avait proposé déjà à l'académie del Cimento de rendre les thermomètres comparables, en choisissant deux points fixes pour les extrêmes de l'échelle.

(2) Les académiciens del Cimento disent que leur thermomètre dans la glace pilée descend à 13 degrés et demi. Mes observations me donnent treize et demi, moins une très-petite quantité que j'ai négligée. Il résulte de là que le zéro des thermomètres des académiciens del Cimento ne s'est pas transporté plus haut, comme il arrive dans presque tous les thermomètres modernes.

terpolation l'échelle du thermomètre des académiciens del Cimento ; mais, quoique j'eusse apporté le plus grand soin dans le choix des élémens qui avaient servi de base à cette comparaison, j'étais loin d'être satisfait. Mais heureusement toutes mes incertitudes ont cessé par la découverte, que l'on a faite l'année dernière à Florence, d'une caisse qui, parmi beaucoup d'autres anciens instrumens, renfermait un grand nombre de thermomètres de l'Académie del Cimento divisés en cinquante parties. Ces thermomètres, dont j'ai l'honneur d'offrir deux à l'Académie m'ont donné les moyens de comparer leur échelle avec celle du thermomètre de Réaumur. J'ai fait pour cet objet plus de deux cents observations comparatives, et leurs moyennes m'ont fourni des nombres très-rapprochés de ceux que j'avais obtenus par interpolation. J'ai trouvé de cette manière que le zéro du thermomètre des académiciens del Cimento correspond à 15 degrés de celui de Réaumur, et que le 50ᵉ degré du premier correspond au 44ᵉ du second. Dans la glace qui se fond le thermomètre del Cimento marque 13 degrés et demi.

Ayant déterminé la valeur de l'ancienne échelle thermométrique, je l'ai appliquée aux observations météorologiques du père Raineri, et j'en ai déduit les moyennes des minima et des maxima de chaque mois, prises dans l'espace de 16 ans (1). En comparant ces moyennes avec

---

(1) Dans l'impossibilité où je me trouvais de prendre la moyenne de toutes les observations du père Raineri, j'ai choisi quelques-uns des élémens les plus faciles à déterminer, pour les comparer avec les observations modernes.

celles d'observations faites à l'observatoire des écoles pies à Florence depuis l'année 1820, j'ai trouvé seulement de très-petites différences, dues probablement à la diverse position des instrumens modernes, qui sont placés à la hauteur de 84 pieds au-dessus du sol. Le tableau comparatif que j'ai l'honneur de présenter à cette illustre Académie, démontre que les élémens que j'y ai déterminés n'ont pas varié sensiblement depuis 150 ans, et il prouve la fausseté d'une croyance presque générale en Toscane, savoir que le déboisement des Apennins, arrivé depuis 60 ans, a produit une diminution de température, ou au moins une augmentation dans le degré qui exprime le *maximum* du froid de nos hivers. Au 17e siècle, en effet, les Apennins étaient couverts de bois; et cependant, dans l'espace de 15 ans que durèrent les observations, le thermomètre descendit à Florence deux fois à 5 degrés et une fois à 9 degrés du thermomètre de Réaumur : froids excessifs et qui montrent d'une manière certaine que la température n'a point diminué en Toscane depuis cette époque (1).

(1) Dans le second volume des *Annales du Muséum* de Florence, on trouve une table où l'on a voulu comparer les observations des académiciens del Cimento avec les observations plus récentes. Mais comme l'auteur n'a pas eu (à ce qu'il paraît) les moyens de déterminer les extrêmes de l'échelle du thermomètre des académiciens del Cimento, il a supposé que le zéro de leur thermomètre correspondait à — 9 degrés de celui de Réaumur; tandis qu'en effet il correspond à — 15 degrés de ce dernier. Il résulte de là que les déterminations publiées dans les *Annales du Muséum* ne sauraient être employées dans les comparaisons successives.

Je voudrais parler ici des observations faites par Borelli (1) sur la chaleur propre de quelques animaux et sur d'autres sujets semblables; mais j'ai déjà trop abusé des momens de l'Académie, et je me bornerai à dire qu'elles démontrent que dans les animaux sur lesquels Borelli a fait ses expériences, cette chaleur n'a pas varié depuis presque deux siècles.

Dans les registres de l'Académie del Cimento on trouve plusieurs observations sur la température d'un grand nombre de sources minérales situées dans les Apennins, et dont la position est connue maintenant. Ces observations peuvent être d'un grand intérêt pour la détermination de la température du sol de la Toscane, et je me propose de les répéter à mon retour en Italie pour les comparer avec les anciennes. Dès que j'aurai fait ce travail, je m'empresserai d'en offrir les résultats à cette illustre Académie (2).

---

(1) Borelli (*de Motu animalium*, p. 395) dit que la température du cœur du cerf vivant est de 40° du thermomètre de 50°, ce qui équivaut à 32 degrés de Réaumur.

(2) Je ne terminerai pas ces notes sans exprimer toute ma reconnaissance à mon ami le chevalier Antinori, directeur du Muséum de Florence, qui a bien voulu mettre à ma disposition tous les anciens instrumens de l'établissement qu'il dirige, pour me faciliter le travail que j'avais entrepris.



Mémoire *sur les Caves de Roquefort.*

Par Mr C. Girou de Buzareingues.

Roquefort, village de l'arrondissement de Saint-Affrique, département de l'Aveyron, est situé sur le revers septentrional d'une colline, à 3 lieues de Millau, à 2 de Saint-Affrique, et à 600 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. On y compte 300 habitans en hiver, et 400 dans la belle saison, ou pendant la manipulation du fromage. Il y a 50 feux et 10 caves à fromages, dont 5 seulement ont des soupiraux dont elles reçoivent un air extraordinairement frais, auquel on rapporte en partie la qualité des meilleurs fromages.

On y trouve de belles maisons : celle de M. Laumière serait belle partout; mais c'est surtout à la température de ses caves que ce village doit sa célébrité. C'est pourquoi nous allons d'abord entrer dans des détails, et présenter des considérations qui nous semblent pouvoir faciliter l'intelligence des causes de cette température, en donner une juste idée, ainsi que des caves qui la possèdent.

La colline sur le penchant de laquelle est construit Roquefort repose sur une couche d'argile; à sa base, du côté du nord, coule en demi-cercle, de l'est à l'ouest, le ruisseau de Tournemier, qui tend à la sapper, surtout dans les crues d'eau. Sur la rive droite de ce ruisseau on aperçoit des exhaussemens qui attestent que l'argile cède à la pression de la colline qu'elle porte, et fuit sous elle, dans la direction du sud au nord. Ne serait-ce pas là la cause du grand affaissement et du déplacement

d'une moitié de la colline qui s'est évidemment détachée de l'autre moitié, et s'en est éloignée, vers le sommet, de plusieurs mètres, dans la même direction du sud au nord ?

Quoi qu'il en soit, pour avoir une connaissance suffisante des lieux, ce sont deux parties d'une même colline anciennement réunies, et aujourd'hui séparées, que nous avons à examiner. J'appellerai *colline sud* celle qui est encore debout, et qui n'a éprouvé aucun déplacement; et *colline nord* celle qui s'est affaissée et déplacée en partie, et sur laquelle est bâti Roquefort.

La première est couronnée par un immense rocher de calcaire coquillier mêlé d'argile, dont la cohésion est trop faible pour empêcher la division et la chute des parties qui cessent d'être supportées par une base solide, comme le prouvent plusieurs masses prismatiques, ou en pyramide tronquée et renversée, détachées du rocher principal, et qui lui sont encore parallèles. Des choquards, appelés par les habitans du lieu *petites corneilles à bec rouge*, habitent ce rocher, dans l'intérieur duquel est une superbe grotte dont les parois sont tapissées d'une grande variété de stalactites ou de stalagmites. Elle a, dit-on, plus de 300 mètres de longueur. On y rencontre un réservoir d'eau, dont la température a été mesurée par mon fils Charles Girou, et s'est trouvée de + 6°.50 centig., celle de l'air extérieur étant + 16°.25. Cette eau provient de la stillation des stalactites. Le thermomètre s'est encore élevé à 8°.75 près de l'entrée de la grotte, à 7.50 vers le milieu, et à 10° vers l'extrémité. Une cause particulière la refroidit donc, spécialement vers le milieu; et cette cause est évidemment la

vaporisation et la présence, soit de l'eau du bassin, soit de celle qui tombe de la voûte.

Hors de la grotte est une fontaine formée aussi par stillation, dont l'eau est reçue dans une cavité de la surface latérale du grand rocher, et dans laquelle le thermomètre s'est fixé à 7°.50.

J'ai observé d'autres fois et ailleurs ce refroidissement de l'eau, lorsqu'elle tombe goutte à goutte, d'une certaine hauteur ; ainsi :

Devant la grotte de Soulsac, la température atmosphérique étant 7°.50, celle de l'eau a été 4°.75, par une chute d'environ 6 mètres.

A Salles-la-Source, j'ai eu 8° à 20 pas de la cascade et 6° près de la cascade ; tandis que aux sources mêmes la température de l'eau était 11°.50.

Dans la grotte de l'Estang, la chute étant très-petite et la température de la grotte de 11°, celle de l'eau a été de 10°.

Toute eau courante dans des fossés souterrains en refroidit l'air, et s'y refroidit elle-même par l'effet de sa vaporisation : j'ai vérifié ce fait plusieurs fois.

J'ai dû insister sur cette cause de refroidissement parce que, si je ne me trompe, elle n'est point étrangère à celui des caves.

Je passe à la colline nord.

Le point culminant de celle-ci est d'environ 20 mètres plus bas que celui de la colline sud, dont elle s'est d'ailleurs éloignée au sommet de plus de 60 mètres, vers le milieu de la ligne de leur contiguité primitive, dont la longueur totale était de au moins 300 mètres. Cet éloignement diminue à mesure que l'on approche des extré-

mités de cette ligne, où il est tout-à-fait nul. En sorte que entre les deux parties séparées est un profond bassin figurant à peu près un demi-ellipsoïde, dont le grand axe se dirige du sud-est au nord-ouest, et le petit axe du sud-ouest au nord-est, et dont la plus grande profondeur est de au moins 30 mètres. Nous verrons bientôt quelle part peut avoir ce grand entonnoir dans le phénomène de la fraîcheur des caves avec lesquelles il communique.

Cette colline nord est intérieurement composée d'immenses fragmens de roches, qui dans l'affaissement se sont écartés les uns des autres. Si l'on se transporte sur le plateau qui la termine, on y voit des excavations dont la longue succession du bruit que font en tombant les pierres qu'on y jette, atteste la grande profondeur. Ces cavités irrégulières ont encore des ouvertures à l'aspect du sud, dans le grand entonnoir dont je viens de parler, et d'autres à l'aspect du nord, vers les deux tiers de la hauteur totale de la colline. C'est de ces dernières que souffle l'air froid des caves : elles en sont les soupiraux. Un des principaux propriétaires de Roquefort m'a assuré qu'on trouvait aussi des excavations à l'exposition méridionale de l'autre colline, qui probablement correspondent avec celles-ci.

Les caves sont la plupart petites et étroites ; elles ont plusieurs étages. Ce ne sont point des grottes souterraines, mais des bâtisses adossées au rocher qui fournit leurs soupiraux. Elles sont divisées, de bas en haut, par des planches étagées, destinées à recevoir les fromages, et n'ont rien de remarquable, si ce n'est leur étonnante fraîcheur. Elles sont toutes comprises dans

une bande étroite de la colline, qui a éprouvé le plus de déplacement, et construites sur deux lignes parallèles à la base de la colline, et sur les deux côtés d'une même rue ; ce qui est devenu possible, parce qu'un grand rocher élevé au-dessus du sol, et qui couronnait peut-être la colline avant son affaissement, fournit les soupiraux du côté de la rue opposé à celui qui s'appuie sur le revers même de la colline.

Sur la même bande et au-dessous du village de Roquefort est la fontaine publique, dont l'eau, assez abondante, est bien plus fraîche que celle des sources ordinaires qui sourdent à la même hauteur. On rencontre une de ces sources à côté et à peu de distance de cette fontaine ; la température en est 11°, comme celle de presque toutes les sources du même niveau ; tandis que celle de la fontaine est ordinairement de 6 à 7°, ainsi que celle des citernes et des caves communes, situées dans cette bande fraîche de la colline. Quant aux caves à soupiraux, elles sont plus fraîches encore ; mais la température en est plus variable, comme on le verra bientôt.

Les observations qui précèdent, faites ou par moi-même, ou, sous ma direction, par mon fils Charles Girou, m'ayant porté à croire que la vaporisation de l'eau était la cause du refroidissement de l'air dans les soupiraux, j'ai cru devoir soumettre cette idée à l'épreuve d'autres observations.

A ma prière, l'un des propriétaires des caves de Roquefort, M. Vernhet, a bien voulu tenir pendant quelques jours des notes thermométriques sur les températures, soit de sa cave, soit de la fontaine, soit de

l'atmosphère. En même temps j'ai fait moi-même, à Buzareingues, d'autres observations sur la marche de la vaporisation et ses effets de refroidissement, à l'aide de deux excellens thermomètres de Bunten, dont l'un était constamment nu, et l'autre enveloppé dans du linge mouillé, soit à l'air libre, soit dans un lieu presque clos et au-dessus d'une eau courante. Or, de mes observations, au nombre de près de trois cents, il résulte, 1° que la vaporisation est d'autant plus prompte que l'air est plus sec, le vent plus fort et le temps plus chaud ; 2° que le refroidissement qu'elle détermine est d'autant plus grand qu'elle est plus abondante et plus prompte.

Ainsi, par un vent du nord très-vif et très-fort, la vaporisation peut être aussi grande que par un temps très-chaud et calme ; et, dans l'un et l'autre cas, elle peut abaisser le thermomètre d'un même nombre de degrés au-dessous du point où il monterait sans elle : par un temps humide, elle peut être presque nulle. Elle est faible aussi pendant la nuit et avant le lever du soleil.

J'en ai obtenu, par un temps très-chaud, ou par un vent fort, ou en tournant rapidement le thermomètre, jusqu'à 8 ou 9 degrés de refroidissement. La moyenne de celui que donnerait une vaporisation continue serait à peu près de 3°.

Des notes que m'a transmises M. Vernhet, et de celles que j'avais prises sur les lieux, ou que j'y avais fait prendre par mon fils, il résulte :

Que l'abaissement de la température, soit des caves pourvues de soupiraux, soit des citernes, soit de la

fontaine, au-dessous de celle de l'atmosphère, est variable, mais plus celui des caves que celui de la fontaine, et qu'il est en rapport avec l'état hygrométrique de l'air, la force du vent et le degré de chaleur atmosphérique.

Ainsi, par un vent du nord assez fort, à onze heures du matin, la température de l'atmosphère, mesurée à l'ombre et à près de 6 mètres au-dessus du sol, étant de 13°, celle de la fontaine et d'une citerne a été de 6°, et celle d'une cave, dans son soupirail, de 2°;

Par le même vent, mais faible, à midi :

Air libre.....	12°.50 ;
Fontaine.....	7 .50 ;
Soupirail.....	3 .75 ;

A quatre heures du matin :

Air libre.....	10°.00 ;
Citerne......	6 .25 ;
Soupirail.....	5 .00 ;

Par un vent d'est, avant le lever du soleil :

Air libre.....	19°.00 ;
Soupirail.....	5 .00 ;

Par un vent nord, un ciel couvert et un temps pluvieux :

Air libre.....	10°.50 ;
Fontaine.....	8 .75 ;
Soupirail.....	6 .25 ;

Sous un état du ciel à peu près semblable au précédent :

Air libre.....	11°.25 ;
Fontaine.....	8 .75 ;
Soupirail.....	6 .25.

Je reste donc convaincu que la fraîcheur, soit de la fontaine, soit des caves de Roquefort, est déterminée par la vaporisation. Voici, si je ne me trompe, de quelle manière les choses se passent :

Une cause légèrement variable et qui se renouvelle sans cesse, la stillation des deux collines, entretient, dans les masses solides de la colline nord, une température à peu près constante, et plus basse que ne l'est partout ailleurs celle de l'intérieur de la terre à une égale profondeur. L'air qui pénètre dans les cavités de cette colline partagerait cette température, s'il n'y était soumis à une nouvelle cause de refroidissement, la vaporisation qu'il détermine dans son contact avec une immense étendue de surfaces humides, ou avec les eaux, soit courantes, soit de stillation.

Lorsque la température intérieure de la colline nord est plus froide que celle de l'atmosphère, l'air du grand entonnoir, ordinairement échauffé par l'action concentrée des rayons solaires, pénètre dans les fissures où il remplace celui qui, étant plus lourd parce qu'il est plus froid, s'échappe plus bas vers le côté opposé par les soupiraux. Cependant, lorsque le courant est établi, il produit une vaporisation d'autant plus grande qu'il est plus rapide ; et il devient d'autant plus rapide que cette vaporisation est plus grande. Alors les lumières que l'on approche des soupiraux sont éteintes, les vêtemens sont agités, on ne peut soi-même en supporter la fraîcheur.

L'effet cesse lorsque la température de l'atmosphère est plus basse que celle des cavités ; et la fraîcheur des caves ne diffère pas de celle de la fontaine, lorsque l'air atmosphérique est saturé de vapeur ou surchargé d'humidité.

Le refroidissement se fait donc en deux temps :

1°. La stillation fournit une masse d'eau, dont la température, de 6 à 7°, influe d'abord sur celle du milieu qu'elle traverse.

2°. La supériorité de la température atmosphérique sur celle de ce milieu y détermine un courant d'air qui est d'autant plus rapide que cette différence est plus grande, et qui reçoit de la vaporisation qu'il occasione, et à laquelle il cède son calorique, un second abaissement de température d'autant plus grand qu'il est plus sec et plus chaud.

Il est inutile peut-être de faire observer : 1° que la température de la fontaine doit être modifiée par celle de l'air avec lequel ses eaux sont en contact dans les cavités, et par la puissance de vaporisation dont est doué celui qu'elles traversent ; 2° que cette même température baisse d'autant plus que le courant d'air est plus rapide ; 3° que, dans ses variations, elle modifie à son tour celle de l'air ; 4° que l'air des cavités participe plus ou moins de l'agitation de l'air libre, et qu'abstraction faite de toute vaporisation, le vent du midi peut devenir sensible dans les soupiraux.

La communication du bassin supérieur ou du grand entonnoir avec les soupiraux ne peut être un objet de doute ; car, outre que des martes, des belettes, des gros rats pénètrent souvent dans les caves par les soupiraux,

le vent du midi s'y fait sentir; or il ne peut y arriver qu'en suivant des conduites qui aboutissent à la face de la colline contre laquelle il se dirige, ou à la paroi méridionale de l'entonnoir.

A cause de cette basse température, les caves de Roquefort se vendent à des prix excessifs. Celles de M. D*** ont coûté 215,000 francs, quoique leur construction n'ait certainement pas occasioné une dépense de 12,000 fr. Ce que l'on vend à Roquefort, ce sont réellement les courans d'air froid.

Notice *sur la Configuration de l'équateur magnétique, conclue des observations faites dans la campagne de la corvette* la Coquille.

Par Mr L.-I. Duperrey, commandant de l'expédition.

J'ai inséré dans les *Annales de Physique et de Chimie*, ainsi que dans les *Additions à la connaissance des temps pour l'année* 1830, un résumé dans lequel je crois avoir suffisamment indiqué quels ont été les instrumens et les méthodes dont j'ai fait usage pour obtenir l'inclinaison de l'aiguille aimantée, aussi exactement que possible, dans tous les parages qui ont été explorés de 1822 à 1825 par la corvette de S. M. *la Coquille*. Je me bornerai donc, avant d'en faire l'application à la recherche de la configuration de l'équateur magnétique, de cette ligne sans inclinaison que j'ai coupée six fois et

que j'ai d'ailleurs prolongée, tant au nord qu'au sud, dans des intervalles en longitude assez considérables, à rappeler ici que ces expériences délicates, recommandées d'une manière spéciale par M. Arago, dont les conseils ont été si favorables à toutes mes opérations, ont été faites, à terre comme à la mer, avec toutes les précautions que nécessitent les causes d'erreurs qui se présentent dans leur exécution.

Dans les tableaux qui accompagnent le résumé cité ci-dessus, je n'ai inséré que les inclinaisons qui ont été observées par la méthode directe, c'est-à-dire en expérimentant les aiguilles, avant et après le renversement de leurs pôles, dans le plan du méridien magnétique. Depuis cette insertion, j'ai réuni à ces premiers résultats ceux que j'ai obtenus à terre, dans plusieurs localités, en observant les mêmes aiguilles dans deux plans rectangulaires; en sorte que l'inclinaison définitive de l'aiguille aimantée, pour la plupart des relâches de l'expédition, se trouve actuellement déduite, non-seulement des inclinaisons partielles données par les aiguilles des deux boussoles qui m'avaient été confiées, mais encore d'un milieu pris entre les résultats obtenus par les deux méthodes dont il s'agit.

Cette modification apportée aux observations faites pendant les relâches du voyage m'a déterminé à présenter le tableau suivant destiné à faire connaître quelles sont définitivement les inclinaisons auxquelles je me suis arrêté.

Dans ce tableau, comme dans ceux qui terminent cette notice, le signe + indique que la pointe nord de l'aiguille était au-dessous de la ligne horizontale, c'est-

à-dire que l'inclinaison a été observée au nord de l'équateur magnétique.

Le signe + indique, au contraire, que la pointe nord était au-dessus de la ligne horizontale, et qu'en conséquence l'inclinaison a été observée au sud du même équateur.

Inclinaisons observées dans les relâches du voyage.

Noms des lieux.	Inclinaisons moyennes.				Inclinaison définitive.
	Boussole terrestre.		Boussole marine.		
	Observations directes.	Observations indirectes.	Observations directes, à terre.	Observations directes, à bord.	
Toulon	+63°.55',8	+63°.53',8	+64°. 0',0	» »	+63°.56',5
Santa-Catharina	—22 .45 ,9	—23 . 9 ,3	—22 .55 ,2	—22°.44',0	—22 .53 ,6
Iles Malouines	—54 .48 ,9	» »	—54 .41 ,6	—54 .33 ,7	—54 .41 ,4
La Conception	—44 .54 ,9	—44 .54 ,7	—44 .42 ,6	—44 .15 ,6	—44 .41 ,9
Payta	+ 3 .56 ,9	+ 3 .52 ,2	+ 3 .55 ,8	+ 4. 37 ,9	+ 4 . 5 ,7
Taïti	—30 .35 ,7	—30 .25 ,8	—29 .23 ,0	—29 .47 ,7	—30 . 3 ,0
Port-Praslin	—20 .48 ,7	—20 .36 ,9	» »	—20 .34 ,7	—20 .40 ,1
Offak	—13 .56 ,1	—13 .26 ,6	—13 .11 ,3	—13 .43 ,1	—13 .34 ,3
Caïeli	—20 . 8 ,4	» »	» »	» »	—20 . 8 ,4
Amboine	—20 .51 ,0	» »	» »	—20 .13 ,6	—20. 32 ,3
Port-Jackson	—62 .20 ,2	—62 .20 ,8	—62 .13 ,5	—62 .15 ,7	—62 .17 ,5
Baie des Iles	—59 .45 ,1	» »	» »	—59 .24 ,8	—59 .34, 9
Oualan	+ 3 . 5 ,2	» »	» »	+ 3 .15 ,9	+ 3 .10 ,5
Doreri	—14 .45 ,4	» »	—14 .41 ,8	—14 .19 ,8	—14 .35 ,6
Saurabaya	—26 .46 ,0	» »	» »	—26 .31 ,3	—26 .38 ,6
Ile de France	—53 .51 ,2	» »	—53 .54 ,8	—53 .34 ,3	—53 .46 ,8
Ile Sainte-Hélène	—14 .56 ,6	» »	» »	—15 . 9 ,8	—15 . 3 ,2
Ile de l'Ascension	+ 1 .41 ,7	» »	» »	+ 2 .14 ,8	+ 1 .58 ,2

Quant aux inclinaisons observées sous voiles pendant les traversées de l'expédition, les résultats primitivement adoptés n'ayant subi aucun changement, je ne puis que renvoyer le lecteur aux tableaux qui leur sont relatifs et qui accompagnent le résumé déjà cité.

Lorsque j'ai réuni toutes les observations dont je viens de parler, je n'ai eu d'abord pour but que de constater la valeur de l'inclinaison dans les différens points du globe où elles ont été recueillies ; mais leur application à la détermination de l'équateur magnétique m'ayant paru susceptible d'offrir quelques résultats satisfaisans, j'ai cru devoir me livrer immédiatement à cette importante recherche.

Parmi toutes les inclinaisons que j'ai observées, tant à terre qu'à la mer, pendant la durée du voyage de *la Coquille*, celles qui ne dépassent pas 30° sont les seules que j'ai dû faire concourir à la détermination de l'équateur magnétique. Le motif de cette restriction est fondé sur ce que la loi dont j'ai fait usage, et qui établit que *la tangente de la latitude magnétique est égale à la moitié de la tangente de l'inclinaison*, ne paraît pas réunir toutes les conditions nécessaires pour pouvoir être appliquée avec certitude aux inclinaisons qui dépassent cette limite.

Admettant cette loi, qui est d'autant plus exacte que les inclinaisons sont plus petites, j'ai obtenu les latitudes magnétiques des points où les observations ont été faites, et j'ai déduit de celles-ci et de la déclinaison de l'aiguille aimantée observée dans les mêmes lieux, les changemens en latitude et en longitude qui, étant combinés avec la position géographique des stations, m'ont donné les coordonnées des points correspondans de l'équateur magnétique, telles qu'elles sont portées dans le tableau n° 1, où sont également réunis tous les élémens employés à leur détermination. . . . .

Tels sont les documens dont je me suis servi pour tra

cer, dans la carte ci-jointe (voyez à la fin du Cahier) que j'ai dressée pour cet objet, la portion de l'équateur magnétique qui se trouvant ainsi déterminée dans une étendue de 247° en longitude, comprend l'Océan Atlantique, une partie du continent de l'Amérique méridionale, le grand Océan équinoxial et l'archipel d'Asie jusqu'au méridien de la partie occidentale de l'île de Bornéo, où se terminent mes observations.

Cette portion de l'équateur magnétique, à laquelle je n'ai fait concourir aucune des observations de mes prédécesseurs, commence dans l'Océan Atlantique austral à environ 9° dans l'est de l'île de l'Ascension, passe à 1° au sud de cette île, descend obliquement vers le 15ᵉ parallèle sud, qu'il coupe à Saint-Georges en entrant dans le continent de l'Amérique, et qu'il prolonge ensuite en inclinant néanmoins un peu vers le sud pour atteindre, entre Rixas et Cuaybas, le 16ᵉ degré de latitude où il parvient probablement à son maximum absolu d'excursion australe. De là, il remonte sensiblement au nord, sort de l'Amérique à Truxillo, situé sur la côte du Pérou par 8° de latitude sud, et s'étend dans le grand Océan équinoxial en se rapprochant insensiblement de l'équateur terrestre qu'il ne parvient à couper qu'un peu avant d'arriver aux îles Gilbert, par 175° de longitude orientale. A partir de ce nœud, l'équateur magnétique commence son excursion dans l'hémisphère boréal en prolongeant la partie sud des îles Valientès, Hogoleu, Ulié et Palaos, qui appartiennent à l'archipel des Carolines ; passe ensuite sur la position de la ville de Mindanao et sur la pointe nord de Bornéo, d'où il se dirige, sans dépasser le 8ᵉ degré de latitude boréale, vers le

golfe de Siam où j'ai placé le dernier point de mes observations.

La portion de la ligne sans inclinaison déduite ainsi des expériences faites dans l'expédition de *la Coquille*, a été prolongée vers l'Orient au moyen des observations que le capitaine Edwards Sabine a faites, en 1822, dans l'île San-Tomé (golfe de Guinée); et le prolongement compris entre le méridien de la partie occidentale de Bornéo et la pointe nord de Ceylan est le résultat des observations faites dans la campagne de la corvette *la Chevrette*, en 1827, par M. Jules de Blosseville, l'un des officiers qui m'avaient accompagné sur la corvette *la Coquille*. J'ai calculé ces dernières observations et celles du capitaine Sabine, au moyen de la formule tang. $L' = \frac{\text{Tang. I}}{2}$, dont j'ai parlé ci-dessus, et les résultats que j'ai obtenus sont compris dans les tableaux n°s II et III où j'ai également réuni tous les élémens qui ont servi à leur détermination.

Les observations faites dans l'Océan Atlantique par le capitaine Sabine sont d'autant plus précieuses qu'elles fixent la position de l'un des deux nœuds de l'équateur magnétique, lequel se trouve, d'après ce célèbre observateur, par 3°.20′ à l'orient du méridien de Paris, c'est-à-dire, 1° environ dans l'ouest de l'île San-Tomé, où ont été faites les expériences qui le déterminent.

A partir de ce nœud, la ligne sans inclinaison remonte au nord en traversant le continent de l'Afrique; atteint probablement le 15e degré de latitude boréale dans la mer Rouge, à en juger du moins d'après une observation faite par Panton, dans l'île Socotora, en 1776, et

redescend ensuite un peu au sud pour venir rejoindre le point que M. de Blosseville a déterminé sur la pointe nord de Ceylan.

On voit, d'après ce qui précède, que l'équateur magnétique ne rencontre la ligne équinoxiale que dans deux points, lesquels sont presque diamétralement opposés et situés, l'un dans l'Océan Atlantique, l'autre dans le grand Océan, à peu près dans le plan du méridien de Paris. Que là où cet équateur ne rencontre que quelques îles éparses, il ne s'éloigne que bien peu de la ligne équinoxiale; qu'il s'en écarte davantage lorsque les îles se multiplient, et ne parvient à son maximum d'excursion, soit au nord, soit au sud, que dans les deux grands continens qu'il traverse. Qu'enfin, il existe entre les sections australe et boréale de cette courbe singulière une symétrie remarquable et beaucoup plus parfaite qu'on ne l'avait d'abord supposée.

J'ai rendu la carte destinée à représenter les faits énoncés ci-dessus aussi complète que le permet l'état actuel de nos connaissances en géographie, en y faisant figurer toutes les découvertes qui ont été faites jusqu'à ce jour dans les mers équinoxiales, afin que l'on fût plus en état, par la suite, de rectifier par de nouvelles observations les expériences déjà faites, en abordant sur toutes les terres qui paraîtront convenablement situées pour cet effet.

J'aurais pu tracer la configuration de l'équateur magnétique en prenant un milieu entre les coordonnées des points qui se trouvent très-voisins les uns des autres; mais M. Arago m'ayant engagé à la représenter avec toutes ses irrégularités, je me suis conformé à cet avis,

moins dans la pensée que de semblables irrégularités pouvaient avoir lieu dans la nature, que pour donner une idée de la divergence qui existe encore entre les résultats des observations, notamment entre ceux que l'on obtient en mer et auxquels il faut probablement attribuer les anomalies nombreuses que présentent certaines parties de cette limite des deux fluides magnétiques de la terre.

Tableau N° I.

Position de l'équateur magnétique, conclue des observations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, faites, dans la campagne de la corvette de S. M. *la Coquille*, pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825; par *L. I. Duperrey*, commandant de l'expédition.

Nota. Les relâches de l'expédition sont comprises entre deux lignes parallèles.

Parage où les inclinaisons ont été observées.	Date.	Position du lieu des observations.		Déclinaison.	Inclinaison moyenne.	Latitude magnétique.	Position géographique de l'équateur magnétique.	
		Latitude.	Longitude.				Latitude.	Longitude.
	1822.							
Océan atlantique équinoxial.	Sept. 23	1°.18'.14" N.	25°. 1'.40" O.	12°.57' N. O.	+23°.49',5	12°.27'.0" N.	10°.49'.46" S.	22°.12'.55" O.
	24	0 .13 .30	25 .18 .23	13 .40	+19 .41 ,9	10 . 8 .56	10 . 7 .38	23 . 4 .21
	25	1 .40 . 9	25 .37 .56	12 .45	+18 .35 ,1	9 .32 .37	10 .58 .39	23 .31 . 4
	26	2 .47 .37	25 .49 .52	11 .30	+18 .13 ,6	9 .21 . 0	11 .57 .21	23 .57 .34
	27	4 .34 .52	26 . 4 . 7	12 .30	+15 .15 ,5	7 .46 . 0	12 . 9 .49	24 .22 .16
	28	6 .20 .19	26 .14 .32	11 .30	+11 . 7 ,0	5 .36 .40	11 .50 .13	25 . 6 .35
	Oct. 1	11 .13 .56	26 .23 .56	8 . 0	+ 2 . 9 ,4	1 . 4 .43	12 .18 . 1	26 .14 .44
	1	11 .42 .31	26 .32 .14	8 . 0	+ 1 .37 ,3	0 .48 .40	12 .30 .43	26 .25 .20
	2	12 .55 .12	27 . 4 .17	8 . 0	− 0 .11 ,0	0 . 5 .30 S.	12 .49 .45	27 . 5 . 4
Passé au sud de l'équateur magnétique.								
	2	13 .24 .40	27 .12 .55	8 . 0	− 0 .51 ,3	0 .25 .40	12 .59 .16	27 .16 .34
	3	14 .42 .30	27 .49 .57	9 . 0	− 3 .13 ,2	1 .36 .41	13 . 7 . 1	28 . 5 .30
	4	16 .43 .10	28 .15 . 5	8 . 0	− 6 .28 ,8	3 .15 . 1	13 .30 . 3	28 .43 . 3
Océan atlantique austral.	5	19 .30 .29	29 .14 .52	7 .56	−11 . 1 ,2	5 .33 .41	14 . 0 . 0	30 . 2 .46
	7	21 .11 .27	32 .49 . 4	3 .20	−12 .42 ,0	6 .25 .44	14 .46 .22	33 .12 .38
	13	25 .33 .12	44 . 3 .46	5 .10 N. E.	−20 .25 ,5	10 .32 .50	15 . 2 .56	43 . 4 . 8
	15	27 .18 . 0	48 .52 .30	6 .30	−23 . 7 ,2	12 . 3 . 0	15 .19 .39	47 .24 .49

Parage où les inclinaisons ont été observées.	Date.	Position du lieu des observations.		Déclinaison.	Inclinaison moyenne.	Latitude magnétique.	Position géographique de l'équateur magnétique.	
		Latitude.	Longitude.				Latitude.	Longitude.
Santa-Catharina.	9-20 Nov.	27°.25'.32" N.	51°. 0'.40" O.	6°.26',2N.E.	—22°.53',6	11°.55'.20" S.	15°.34'.42"S.	49°.32'.40"O.
	1823.							
Grand Océan équinoxial.	21 Févr.	19 .42 .42	79 . 1 ,20	9 .47	—20 .11 ,5	10 .31 .15	9 .20 .28	77 .10 .48
	22	16 .51 .58	79 . 4 .50	9 .16	—14 .50 ,2	7 .31 .40	9 .26 .12	77 .50 .26
En vue de l'île San-Gallan.	23	14 . 6 .18	79 . 6 .28	9 .33	— 9. 54 ,6	4 .59 .32	9 .10 .55	78 .25 .52
	24	13 . 0 . 0	79 .15 .18	8 . 2	— 8 .25 ,6	4 .14 .11	8 .48 .18	78 .39 .17
Callao.	3 Mars.	12 . 3 .10	79 .36 .50	9 .30	— 8 .33 ,3	4 .18 . 5	7 .45 .37	78 .54 .14
	5	11 .17 .54	80 .50 .36	8 .27	— 7 . 5 ,9	3 .33 .46	7 .46 .26	80 .18 .54
	6	10 . 5 .21	81 .45 .50	8 .32	— 4 . 7 ,6	2 . 3 .58	8 . 2 .45	81 .27 .14
	7	8 .53 .53 S.	82 .47 .29	7 .42	— 2 .19 ,3	1 . 9 .40	7 .44 .50	82 .38 . 5
	8	7 .43 . 7	83 .46 .34	8 .23	— 0 . 1 ,4	0 . 0 .42	7 .42 .26	83 .46 .28
Passé au nord de l'équateur magnétique.	8	6 .50 .43	83 .45 .27	8 .23	+ 1 50 ,8	0 .55 .25	7 .45 .32	83 .53 .37
Payta.	13-18	5 .6 . 4	83 .32 .28	8 .55 ,6	+ 4 . 5 ,7	2 . 3 . 0 N.	7 . 7 .35	83 .51 .39
Passé au S. de l'équateur magnétique.	24	6 .22 .46	86 . 3 .23	10 .48	— 0 .51 ,3	0 .25 .39 S.	5 .57 .34	85 .58 .33
	25	7 .32 .11	87 .25 .36	10 .47	— 3 .50 ,7	1 .55 .11	5 .56 .51	87 .11 .28

En vue de l'île Clermont-Tonnerre.	Avril. 2	18 . 8 .52	100 . 2 . 0	8 . 0	—27 .36 ,3	14 .39 . 7	4 . 3 .31	98 . 9 . 6
	4	17 .36 .12	104 .39 .50	7 . 6	—27 .14 ,0	14 .25 .52	2 .57 . 8	102 .48 .38
	6	17 .16 .29	108 .29 . 0	6 .15	—27 .46 ,9	14 .45 .27	2 .36 .19	106 .50 .48
	9	16 .51 . 0	115 .54 .21	5 .23	—27 .29 ,8	14 .35 .15	2 .19 .37	114 .31 .14
	12	16 .51 . 6	125 .30 .30	5 .38	—27 .33 ,8	14 .38 .50	2 .16 .31	124 .13 . 7
	15	16 .53 .23	132 . 8 .30	5 .50	—27 .42 ,7	14 .42 .56	2 .15 . 0	130 .37 .42
	21	18 .38 .41	137 .53 .56	4 .51	—30 .12 ,5	16 .30 .50	2 .11 .25	136 .32 . 2
Taïti.	9-12 Nov.	17 .29 .21	151 .49 .18	6 .40,4	—30 . 3 ,0	16 . 8 . 0	1 .28 . 5	149 .55 .24
En vue des îles de Santa-Cruz.	Août. 3	10 .22 . 0	162 .27 . 4 E.	7 .12	—25 .37 ,0	13 .28 .54	3 . 0 .32 N.	164 . 9 .16 E.
	6	7 .50 . 0	157 . 6 . 4	7 .39	—21 .55 ,9	11 .22 .57	3 .26 .52	158 .37 .16
	8	5 .16 .40	153 .40 . 4	6 .36	—20 . 8 ,2	10 .33 .20	5 . 2 .32	154 .52 . 6
Port Praslin.	15-19	4 .49 .48	150 .28 .29	6 .48,5	—20 .40 ,1	10 .40 .50	5 .46 .42	151 .44 .43
En vue des îles Schauten et de la Nouvelle-Guinée.	23	3 .37 .40	148 .34 .41	5 . 0	—17 .28 ,0	7 .56 .30	5 .26 .47	159 .15 .32
	27	3 . 5 . 0	141 .41 .43	5 .12	—17 .57 ,1	9 .12 . 6	6 . 4 .50	142 .33 .51
	29	1 .37 .16	137 .52 .26	2 .10	—16 .16 ,6	8 .18 .20	6 .40 .43	138 .11 .18
	30	0 .20 . 0	135 .59 .15	2 . 0	—12 .41 ,5	6 .25 .30	6 . 5 .16	136 .12 .48
	31	0 . 4 .36 N.	133 .46 .17	1 . 0	—12 .21 ,1	6 .14 .54	6 .18 .35	133 .52 .50
	Sept. 2	0 . 2 .30	131 . 8 .30	2 .50	—13 .50 ,4	7 . 1 .20	7 . 3 .29	131 .29 .21
Havre d'Offak.	8-11	0 . 1 .47 S.	128 .22 .39	1 . 1,7	—13 .34 ,3	6 .33 . 0	6 .51 . 9	128 .30 . 4

Parage où les inclinaisons ont été observées.	Date.	Position du lieu des observations.		Déclinaison.	Inclinaison moyenne.	Latitude magnétique.	Position géographique de l'équateur magnétique.	
		Latitude.	Longitude.				Latitude.	Longitude.
Caïeli.	1823. 29 Sept.	3°.22'.33" S.	124°.46'. 0" E.	0°.31',8N.E.	—20°. 8',4	10°.23'.30" S.	7°. 0'.55" N.	124°.51'.47" E.
Amboine.	11-12 Oct.	3 .41.41	125 .50 . 5	0 .28 ,0	—20 .32 ,3	10 .36 .40	6 .58 .58	125 .55 .18
En vue des îles Cocal et Saint-Augustin.	1824. 6 Mai.	8 .45 15	175 . 3 .58	10 .32	—16 .34 ,2	8 .27 .42	0 .26 . 6 S.	176 .36 .58
	7	7 .30 .41	174 .24 .35	8 .36	—15 .11 ,3	7 .43 .50	0 . 8 . 3 N.	175 .33 .10
	9	6 .22.18	173 .42 .25	8 . 5	—12 .25 ,1	6 .17 . 0	0 . 9 . 3 S.	174 .35 .31
Grand Océan équinoxial.	11	4 . 0 .45	173 .18 .54	9 . 0	—10 . 9 ,3	5 . 7 . 5	1 . 2 .33 N.	174 . 6 .46 E.
	13	2 .57 .17	172 .54 .51	7 .45	— 6 .28 ,1	3 .40 .40	0 .41 .12	173 .24 .35
	15	1 .45 .22	172 .47 . 0	7 .45	— 3 .35 ,0	1 .47 .26	0 . 1 .13	173 . 1 .31
En vue des îles Gilbert.	15	1 .43 . 0	172 .46 .58	7 .45	— 3 .13 ,7	1 .36 .56	0 . 6 .57 S.	173 . 0 . 4
	16	0 .40 . 0	171 .58 .46	7 .45	— 3 . 4 ,1	1 .32 . 7	0 .51 .16 N.	172 .11 .11
	17	0 .11 .22 N.	171 . 3 . 4	8 . 2	— 2 .20 ,5	1 . 1 .16	1 .12 . 2	171 .11 .38
En vue de l'île Hall.	18	0 .52 .55	170 .38 .48	8 .40	— 0 .31 ,5	0 .15 .45	1 . 8 .29	170 .41 .10
Passé au N. de l'équateur magnétique.	19	1 .32 .48	170 .25 .54	10 .15	+ 1 .12 ,5	0 .36 .15 N.	0 .57 . 8	170 .19 .27
	24	3 .39 .19	169 .38 .55	8 . 1	+ 4 .43 ,3	2 .21 .53	1 .18 .49	169 .19 . 5
	29	6 .36 . 0	166 .18 .32	8 .15	+ 6 .11 ,1	3 . 6 . 5	3 .31 .51	165 .50 .44
	1 Juin.	5 . 4 . 8	164 . 4 .58	10 . 0	+ 3 .24 ,1	1 .42 . 8	3 .23 .33	163 .47 .14

Oualan (îles Carolines).	6-7	5 .21 .25	160 .40 .42	9 .20,4	+ 3 .10 ,5	1 .35 .20	3 .47 .20	160 .25 .10
En vue de l'île Hogaleu.	20	8 .39 .49	154 .23 .21	7 .30	+ 5 .21 ,7	2 .41 .12	5 .58 .59	154 . 2 . 9
	22	8 .15 .53	151 .46 .18	5 38	+ 3 .49 ,3	1 .54 .47	6 .21 .40	151 .35 . 0
	23	7 .31 .58	150 .47 . 9	4 . 0	+ 1 .52 ,5	0 .56 .16	6 .35 .50	150 .43 .13
	23	7 .25 . 0	150 .38 .22	4 .10	+ 1 .33 ,7	0 .46 .51	6 .38 .17	150 .34 .58
	24	7 .27 . 0	150 .48 . 7	5 . 0	+ 1 .41 ,0	0 .50 .31	6 .36 .41	150 .43 .43
	27	7 .13 .10	149 .13 .20	5 .42	+ 1 .11 ,2	0 .35 .36	6 .37 .45	149 . 9 .49
	4 Juillet.	6 .48 .37	145 . 2 .36	3 .30	+ 0 . 3 ,7	0 . 1 .51	6 .46 .46	145 . 2 .30
	4	6 .50 .38	144 .59 . 7	3 .30	+ 0 .16 ,2	0 . 8 . 6	6 .42 .33	144 . 8 .37
Passé au sud de l'équateur magnétique.	7	6 .20 .56	144 . 7 .19	3 . 0	— 2 . 0 ,0	0 . 9 .46 S.	7 .20 .52	144 .10 .27
	13	4 .40 .11	141 .35 .57	0 .53	—12 .13 ,9	6 .11 .15	6 .51 .23	141 .41 .40
Doreri.	29-30	0 .51 .50 S.	131 .45 . 7	1 .35,6	—14 .35 ,6	7 .25 . 0	6 .33 , 0	131 .57 .30
Mer de Java.	23 Août.	6 ,11 . 0	119 .39 . 3	1 . 0	—24 . 2 ,1	12 .34 .10	6 .23 . 3	119 .22 .13
Sourabaya.	8-9 Sept.	7 .12 .31	110 .23 . 2	0 .10,4 N.O.	—26 .38 ,6	14 . 5 . 0	6 .52 .29	110 .25 .35
Océan atlantique équinoxial.	14	5 .30 .28	105 .43 .17	3 . 0	—23 .41 ,8	12 .22 .40	6 .51 .10	106 .22 .21
	29 Déc.	20 .23 . 8	2 .28 .50 O.	21 .50	—25 .43 ,7	13 .32 .50	7 .31 . 2 S.	7 .39 . 9 O.

Parage où les inclinaisons ont été observées.	Date.	Position du lieu des observations.		Déclinaison.	Inclinaison moyenne.	Latitude magnétique.	Position géographique de l'équateur magnétique.	
		Latitude.	Longitude.				Latitude.	Longitude.
Ile Sainte-Hélène.	1825. 9-12 Janv.	15°.55′ 0″ S.	8°. 2′.55″ O.	19°34′,5 N.O.	—15°. 3,2	7°.39′.30″ S.	8°.42′. 4″ S.	10°.40′.16″ O.
Passé au nord de l'équateur magnétique.	14	13 . 6 .25	11 . 9 .28	18 ,45	— 8 .47 ,3	4 .25 .12	8 .57 .17	12 .35 .31
	15	10 .46 .51	12 .49 .12	18 ,40	— 3 . 4 ,5	1 .32 .19	9 .19 .24	13 .19 .16
	16	9 .43 .48	14 .13 .31	18 ,20	+ 0 . 1 ,9	0 . 0 .57 N.	9 .44 .42	14 .13 .13
	17	8 .16 . 6	15 .44 .20	17 [illegible]	+ 2 .12 ,8	1 . 9 .26	9 .22 .24	15 .23 .44
Île de l'Ascension.	23-24	7 .55 .10	16 .44 .26	16 ,52,3	+ 1 .58 ,2	0 .59 . 0	8 .51 .37	16 .27 .10

Tableau N° 2.

Position de quelques points de l'équateur magnétique, conclue des observations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, faites dans l'Océan atlantique pendant l'année 1822, par le capitaine *Edwards Sabine*.

Parage où les inclinaisons ont été observées.		Position du lieu des observations.		Déclinaison.	Inclinaison moyenne.	Latitude magnétique.	Position géographique de l'équateur magnétique.	
		Latitude.	Longitude.				Latitude.	Longitude.
Ile San Thomé...	1822. Mai.	0°.24'.41" N.	4°.24'.24" E.	» »	— 0°. 4',0	0°. 2'. 0". S.	0°. 26'.41" N.	4°.24'.4" E.
Ile de l'Ascension.	Juin.	7 .55 .10 S.	16 .44 .26 O.	16°.52'. N.O.	+ 5 .10,0	2 .35 . 2 N.	10 .23 .50 S.	15 .58 .44 O.
Bahia..........	Juillet.	12 .59 .21	40 .53 .23	2 . 0	+ 4 .12,0	2 . 6 .10	15 . 5 .26	40 .48 .[illegible]
Maranham.....	Août.	2 .31 .43	46 .41 .48	1 .37 N. E.	+23 . 6,0	12 . 2 .20	14 .34 . 0	46 .54 .30

Tableau No 3.

Position de quelques points de l'équateur magnétique, conclue des observations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, faites dans la mer des Indes, pendant les années 1827 et 1828, par M. *Jules de Blosseville*, officier de la marine royale.

Parage où les observations ont été faites.	Date.	Position du lieu des observations.		Déclinaison.	Inclinaison moyenne.	Latitude magnétique.	Position géographique de l'équateur magnétique.	
		Latitude.	Longitude.				Latitude.	Longitude.
Calcutta........	1827.	22°.33'.46" N.	86°. 0'.35" E.	2°.38',1 N.E.	+26°.32',9	14°. 1'.35" N.	8°.33'. 2" N.	85°.20'.32E.
Chandernagor...	*id.*	22 .51 .30	85 .58 .30	2 .39,9	+26 .47,0	14 . 9 .54	8 .42 .30	85 .17 . 0
Karical.........	1828.	10 .55 . 0	77 .33 . 0	1 .14,0	+ 1 .51,5	0 .55 .45	9 .59 .16	77 .31 .45
Trinquemalay...	*id.*	8 .31 .51	78 .51 .10	1 . 8,0	— 2 .38,6	1 .19 .21 S.	9 .51 .11	78 .52 .44
Jaffnapatam.....	*id.*	9 .40 . 0	77 .40 .53	1 .16,0	— 0 .39,8	0 .19 .53	9 .59 .52	77 .41 .20
Arépo..........	*id.*	8 .48 .15	77 .31 . 0	1 .16,0	— 2 .17,6	1 . 8 .49	9 .57 . 1	77 .32 .12
Changani......	*id.*	9 .46 .35	77 .36 . 0	1 .16,0	— 0 36,6	0 .18 .17	10 . 4 .52	77 .36 .24
Batavia.........	*id.*	6 . 9 . 0 S.	104 .26 .45	0 .31,1	—25 .55,8	13 .39 .50	7 .30 .48	104 .34 . 6
Ile Kniper......	*id.*	6 . 2 .15	104 .21 .15	0 .31,1	—25 .32,7	13 .26 .24	7 .24 . 7	104 .28 .29
Pondichéry......	*id.*	11 .55 .40 N.	77 .32 .25	1 .13,0	+ 3 .43,1	1 .51 .39 N.	10 . 4 . 3	77 .29 .55

RÉSUMÉ *des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en* 1830.

TABLEAU *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Température moyenne.	Température moyenne à 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	Etat moyen de l'hygrom. de Saussure à 3 heures après midi.
Janvier.	— 2°,5	— 2°,8	......	81°
Février.	+ 1,2	+ 1,7	12°,224	75
Mars.	+ 8,9	+ 9,0	12,223	58
Avril.	+ 12,0	+ 13,0	12,235	61
Mai.	+ 14,6	+ 16,5	12,238	56
Juin.	+ 16,1	+ 17,5	12,242	59
Juillet.	+ 18,9	+ 20,9	12,236	56
Août.	+ 17,0	+ 18,8	12,236	55
Septemb.	+ 13,8	+ 14,5	12,239	64
Octobre.	+ 10,6	+ 10,3	12,240	59
Novemb.	+ 7,9	+ 7,0	12,245	75
Décemb.	+ 2,6	+ 2,1	12,241	77
Moyenn.	+ 10,1	+ 10,7	12,236	66

Il faut retrancher 0°,4 de tous les nombres indiquant la température des caves.

TABLEAU *des* maxima *et des* minima *moyens du thermomètre centigrade, en* 1830.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM moyen.	MINIMUM moyen.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	— 0°,5	— 4°,5	4°,0
Février.	+ 4,3	— 2,0	6,3
Mars.	+ 13,4	+ 4,4	9,0
Avril.	+ 16,1	+ 8,0	8,1
Mai.	+ 19,5	+ 9,7	9,8
Juin.	+ 20,6	+ 11,6	9,0
Juillet.	+ 23,6	+ 14,2	9,4
Août.	+ 21,4	+ 12,6	8,8
Septembre.	+ 17,8	+ 9,8	8,0
Octobre.	+ 15,1	+ 6,2	8,9
Novembre.	+ 10,7	+ 5,1	5,6
Décembre.	+ 4,6	+ 0,7	3,9

TABLEAU *des variations extrêmes du thermomètre centigrade, dans chacun des mois de l'année* 1830.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENC.
Janvier.	+ 6°,8	— 17°,2	24°,0
Février.	+ 17,5	— 15,6	33,1
Mars.	+ 22,5	— 2,3	24,8
Avril.	+ 22,5	+ 0,8	21,7
Mai.	+ 26,3	+ 6,1	20,2
Juin.	+ 24,5	+ 6,5	18,0
Juillet.	+ 31,0	+ 9,3	21,7
Août.	+ 28,0	+ 9,0	19,0
Septembre.	+ 22,2	+ 5,2	17,0
Octobre.	+ 19,0	+ 1,0	18,0
Novembre.	+ 17,5	— 2,5	20,0
Décembre.	+ 10,5	— 8,7	19,2

Tableau *des plus grandes variations que le thermomètre centigrade ait éprouvées en vingt-quatre heures, dans chacun des mois de l'année* 1830.

NOMS DES MOIS.	PLUS GRANDE VARIATION en un jour.
Janvier.	8°,7
Février.	12,3
Mars.	15,2
Avril.	15,0
Mai.	15,2
Juin.	13,5
Juillet.	13,8
Août.	13,2
Septembre.	12,2
Octobre.	13,8
Novembre.	9,5
Décembre.	8,3

Tableau *de la marche moyenne du baromètre en* 1830.

(Toutes les hauteurs sont réduites à 0°.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir.
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	757,06	756,56	756,25	756,58
Février.	756,70	756,58	756,16	756,52
Mars.	761,56	761,28	760,52	760,73
Avril.	753,39	753,25	752,91	753,56
Mai.	754,12	753,90	753,49	754,05
Juin.	753,46	753,32	752,97	753,29
Juillet.	756,95	756,86	756,50	756,80
Août.	755,55	755,33	754,77	755,15
Septem.	753,61	753,28	752,89	753,76
Octobr.	763,64	763,36	762,69	763,53
Novem.	756,09	755,88	755,35	755,68
Décem.	748,71	748,53	748,40	748,85
Moyen.	755,90	755,68	755,24	755,71

TABLEAU *des plus grandes variations du baromètre dans chacun des mois de* 1830.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
	mm	mm	mm
Janvier.	771,90	731,04	40,86
Février.	765,58	749,10	16,48
Mars.	771,47	747,97	23,50
Avril.	763,88	741,84	22,04
Mai.	763,90	739,10	14,80
Juin.	763,24	741,00	22,24
Juillet.	763,46	745,38	18,08
Août.	763,34	745,26	18,08
Septembre.	768,40	741,07	27,33
Octobre.	768,62	751,95	16,67
Novembre.	767,67	741,30	26,37
Décembre.	769,40	729,42	39,98

TABLEAU *de la quantité de pluie qu'on a recueillie en* 1830, *tant sur la terrasse de l'Observatoire que dans la cour.*

(La différence de niveau des deux récipiens est de 28 mètres.)

NOMS des mois.	PLUIE en centimètres sur la terrasse.	PLUIE en centimètres dans la cour.	NOMBRE de jours de pluie.
	c.	c.	
Janvier.	1,500	1,650	4
Février.	0,240	0,240	4
Mars.	1,310	1,725	5
Avril.	6,210	6,995	20
Mai.	11,380	12,340	17
Juin.	7,065	7,760	24
Juillet.	6,900	6,400	14
Août.	6,890	7,440	12
Septembre.	6,910	7,615	22
Octobre.	0,735	0,880	6
Novembre.	5,010	6,000	9
Décembre.	4,150	5,390	12
Sommes.	57,300	64,435	149

Tableau *des crues de la Seine en* 1830, *observées au pont de la Tournelle.*

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.
Janvier.	4m,00, le 27.	2m,00, le 31.
Février.	2,80, le 1er.	1,10, le 4.
Mars.	2,02, le 1er.	0,82, le 30.
Avril.	3,45, le 22.	0,75, le 1er.
Mai.	1,98, le 1er.	0,79, le 25.
Juin.	2,00, le 28.	0,72, le 19.
Juillet.	2,42, le 10.	0,89, le 31.
Août.	0,85, le 2.	0,40, le 30.
Septembre.	0,61, le 22.	0,34, le 8.
Octobre.	0,48, le 1er.	0,20, le 26.
Novembre.	0,89, le 24.	0,27, le 1er.
Décembre.	2,40, le 16.	0,71, le 2.

L'eau moyenne, en 1830, a été de 1m,07 au-dessus du zéro du pont de la Tournelle. (Le point le plus bas des crues de 1710.)

La Seine a été prise du 1er au 26 janvier, jour de la débâcle. Elle a été prise une seconde fois en février, du 5 au 10.

Etat *des vents, à Paris, en* 1830.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud.-E.	Sud.	Sud-O.	Ouest.	Nord-O.
Janv.	10	3	0	6	5	1	0	6
Févr.	9	2	0	1	3	7	4	2
Mars.	2	3	5	2	4	3	7	5
Avril.	1	1	4	1	8	6	6	3
Mai.	7	2	0	2	6	7	6	1
Juin.	0	1	0	2	5	11	8	3
Juill.	1	2	3	1	4	6	13	1
Août	2	0	1	2	4	9	8	5
Sept.	0	2	1	0	10	6	7	4
Oct.	5	5	1	2	6	2	4	6
Nov.	1	2	2	1	12	6	5	1
Déc.	3	1	0	3	6	6	3	9
Som.	41	24	17	23	73	70	71	46

État *du ciel, à Paris, en* 1830.

Il y a eu, en 1830, à Paris :

149 jours de pluie ;
24 jours de neige ;
7 jours de grêle ou grésil ;
68 jours de gelée ;
13 jours de tonnerre ;
171 jours durant lesquels le ciel a été presque entièrement couvert.

Taches *solaires en* 1830.

(Nous continuons à présenter le tableau des changemens que la surface du soleil a éprouvés, quoique le mauvais temps et des devoirs auxquels cette année nous n'avons pas cru pouvoir nous soustraire, aient souvent mis obstacle aux observations.)

Janvier, le 10 ; on aperçoit un immense groupe dans lequel se font remarquer, entre le centre et le bord oriental, trois superbes noyaux ; il y a aussi une belle tache presque en contact avec le bord occidental. Le 17 ; trois groupes distincts et une tache isolée présentent un total de dix noyaux, parmi lesquels il y en a plusieurs de fort grands, surtout près du bord occidental. Le 21 ; il n'y a plus sur le soleil qu'un groupe de très-petites taches à quelque distance du bord occidental. Le 26 ; un seul groupe de trois petites taches parmi de belles facules, très-près du bord oriental. Le 31 ; un groupe fort étendu, de très-petites taches près du centre du soleil : ce groupe présente sept faibles noyaux.

Février, le mardi 2 ; deux petites taches très-près du bord oriental ; deux petites taches entre ce même bord et le centre ; deux taches isolées et à peine visibles un peu à l'occident du centre. Le 3 ; deux groupes, l'un très-près du bord oriental, l'autre entre ce même bord et le centre : dans chacun d'entre eux on distingue quatre petits noyaux. Le 14 ; un groupe où l'on remarque quatre noyaux principaux entre le bord oriental et le centre ; une tache ronde isolée entre le centre et le bord occidental ; trois grandes taches presque en contact avec ce même bord occidental. Le 17 ; deux groupes de taches : l'un, renfermant deux gros noyaux, est situé entre le bord oriental et le centre ; l'autre, où l'on remarque aussi deux noyaux principaux, se trouve entre le centre et le bord occidental. Le 19 ; un groupe dans le vertical du centre ; deux petites taches près du bord occidental ; une belle tache très-près du bord oriental. Le 21 ; deux taches de grandeur moyenne ; l'une entre le bord occidental et le centre, l'autre entre le centre et le bord oriental. Le 24 ; deux taches isolées, l'une plus orientale, l'autre plus occidentale que le centre ; de plus, un groupe de trois belles taches très-près du bord oriental. Le 28 ; un large groupe où l'on remarque cinq taches principales, dont trois sont fort belles.

Mars, le 2 ; trois taches un peu à l'occident du centre. Le 5 ; deux très-belles taches entre le bord occidental et le centre. Le 14 ; deux belles taches un peu à l'orient du centre ; deux belles taches entre le centre et le bord occidental ; des taches plus faibles près du bord oriental. Le 16 ; trois taches, dont deux un peu à l'occident du centre et la troisième près du bord occidental. Le 19 ;

deux taches près du bord occidental. Le 21 ; deux taches à quelque distance du bord oriental. Le 22 ; les deux taches du 21 n'ont pas encore atteint le centre du disque. Le 23 ; les taches qu'on voyait hier sont maintenant parvenues au centre, mais il y en a trois au lieu de deux ; trois taches nouvelles, moins fortes, se sont formées au-dessous des premières. Le 25 ; on voit encore les deux groupes de taches signalés le 23. Le 26 ; il ne s'est pas montré de nouvelles taches, on voit seulement celles d'hier ; le second groupe s'approche du bord occidental. Le 29 ; le second groupe n'est pas encore passé dans l'autre hémisphère ; un petit amas de faibles taches s'aperçoit aujourd'hui au-dessus du centre. Le 30 ; on ne voit plus que l'amas signalé hier ; on y distingue cinq taches principales. Le 31 ; il n'y a toujours dans l'hémisphère visible que le groupe du 29 mars.

Avril, le 5 ; deux petites taches à quelque distance du bord oriental ; une petite tache près de l'autre bord. Le 8 ; trois taches vers le centre ; deux petites taches près du bord oriental. Le 9 ; les taches d'hier. Le 10 ; on ne voit encore que les taches du 8. Le 13 ; quatre taches près du bord occidental ; un large groupe de petites taches dans le vertical du centre. Le 25 ; on aperçoit huit taches répandues sur un assez grand espace, toutes à l'orient du vertical du centre. Le 26 ; les taches d'hier. Le 28 ; toujours le même large groupe avec quelques changemens.

Mai, le 4 ; les anciennes taches sont maintenant dans l'hémisphère invisible ; on ne voit plus aujourd'hui qu'un faible groupe à l'orient du vertical du centre. Le 14 ; deux taches près du centre, l'une à l'orient, l'autre à l'occident.

Juillet, le 15; il y a deux groupes de petites taches, l'un près du centre, l'autre dans le voisinage du bord occidental.

Septembre, le 1er; deux taches à l'orient et deux taches à l'occident du centre du soleil. Le 19; trois petites taches près du bord occidental; une petite tache isolée à l'orient du centre.

Octobre, le 6; une très-belle tache dans le vertical du centre du soleil; un très-grand groupe vers le bord occidental. Le 8; quelques taches du groupe occidental du 6 sont encore visibles; la grande tache centrale du même jour a peut-être grossi; deux nouvelles taches ont apparu vers le bord oriental. Le 10; la grande tache est près du bord occidental; les deux autres sont maintenant voisines du vertical du centre. Le 17; un groupe d'énormes taches près du centre. Le 20; le groupe du 17 est toujours visible.

Novembre, le 10; il y a cinq groupes de taches sur le soleil. Deux des noyaux sont très-larges et d'une obscurité remarquable.

TREMBLEMENS DE TERRE.

Supplément à la liste contenue dans le Numéro de décembre 1829.

Sur le Tremblement de terre de *la Huerta d'Orihuela*;

Par M. *Guttierrez*, professeur de physique à Madrid.

Depuis le commencement de ce siècle, ce pays a souffert des tremblemens de terre. Le 17 janvier 1802,

on a senti à Torre-la-Mata et à Torrevieja des secousses qui ont duré jusqu'au 6 février; quelques maisons furent détruites à cette époque. En 1817, les chocs devinrent très-fréquens; il y en eut 116 dans trois mois. Le 8 octobre 1821, il y eut un tremblement de terre qui dura 26 jours. Le 10 janvier 1823, il y en eut un autre qui fit tomber plusieurs maisons; les chocs se sont répétés plus de 200 fois en 24 heures. On en a ressenti les effets à Carthagène, à Alicante et à Murcie, c'est-à-dire, sur la même étendue qu'en 1829. Le 15 septembre 1828, il y eut à 5 heures après midi un tremblement de terre qui se répéta 300 fois en 24 heures, et détruisit quelques maisons. Ces secousses continuèrent faiblement jusqu'au 11 mars 1829 et cessèrent tout-à-coup jusqu'au 21 du même mois. Ce jour on en éprouva une à midi, et la plus forte eut lieu à 6 heures ½ et quelques secondes. Enfin est survenue l'immense secousse oscillatoire qui a renversé un grand nombre de villes.

Pendant la nuit, il y eut plus de cent secousses. Depuis lors elles ont cessé, mais il y a toujours eu trente à quarante secousses ou bruits par jour jusqu'au 16 avril. Ce dernier jour, à sept heures du matin, on éprouva un tremblement très-fort, et le 18 avril, un autre aussi violent que celui du 21 mars.

On a dit qu'à Torrevieja on a entendu le bruit pendant plus de trois quarts d'heure. Au mois de septembre on n'entendait plus rien. Le bruit, en général, ressemblait à un coup de canon; d'autres fois il augmentait graduellement et cessait tout-à-coup. Les paysans rapportent que, lorsque le bruit était très-fort, les tremblemens de terre étaient moindres. Cependant, le 21 mars,

il n'en fut pas ainsi : trois mille édifices furent détruits, trois cent quatre-vingt-neuf personnes tuées et cent soixante-quinze blessées. Le mouvement du terrain fut ondulatoire et tout fut bouleversé. A Daja-Nueva et à Daja-Vieja, la terre s'est crevassée ; il s'est formé de petits soupiraux qui ont vomi une grande quantité de sables composés de silice, de chaux, avec une petite quantité d'oxide de fer imprégné de sel commun, d'un peu de soufre et d'une substance bitumineuse. Cette analyse a été faite par M. Antoine Moreno, professeur de chimie au collége de pharmacie à Madrid. Dans ces lieux, des jets d'eau mêlée de sable ont été quelquefois projetés au lieu de sable sec, et cette eau contenait du muriate de soude, un peu de sulfate d'alumine, une petite quantité d'hydrochlorate de chaux avec de l'hydrogène sulfuré. Les paysans ont cru que c'était de l'eau de la mer ; en septembre on trouvait encore cette eau en creusant le terrain. Elle a nui d'abord à la végétation ; mais l'arrosement avec de l'eau pure a détruit cet effet momentané.

Il est probable que le sable projeté provient des couches plus ou moins épaisses qui sont sous le sol végétal, puisque, dans un puits à Guardamar, la terre, prise à 70 pieds de profondeur, est de la marne bleue qui paraît identique avec les matières rejetées.

Les couches étant horizontales, les mouvemens ondulatoires en ont comprimé certaines parties, et les portions les plus faibles ayant cédé, il a dû sortir des matières quelquefois délayées et quelquefois sèches. A Benejuzar, les soupiraux ou les entonnoirs avaient trois à quatre pouces de diamètre, et il en est sorti avec la

terre des morceaux de lignite ou jayet. (*Journal de Géologie*, tome 2, n° 5.)

26 octobre 1829; *Valparaiso* et *St.-Yago* au Chili. Secousse de 20″. Nombre de maisons détruites; plusieurs personnes ont péri. Le village de *Casa-Blanca*, à 30 milles de St.-Yago, est entièrement ruiné.

Sur le tremblement de terre d'Odessa, du 26 *novembre* 1829, par M. Haüy, de l'Académie de Pétersbourg.

Le $\frac{14}{26}$ novembre au matin, nous avons ressenti un tremblement de terre assez fort, et comme quelques détails à ce sujet ne peuvent qu'intéresser messieurs les membres de l'Académie impériale des sciences, je regarde comme un devoir de vous transmettre tout ce que j'ai pu recueillir, laissant de côté, comme de raison, ces *dit-on*, dont la multitude s'occupe à l'occasion de tout événement remarquable, pour ne vous entretenir que des circonstances positives, les seules qui puissent véritablement mériter quelque attention de la part d'une société savante.

A 3 heures 58′ (temps vrai déterminé à $\frac{1}{2}$ minute au plus d'erreur), j'ai été réveillé par de légères vibrations qui m'ont paru devoir être à fort peu près le commencement du tremblement. Elles ont été en croissant pendant à peu près $\frac{2}{3}$ de minute; alors nous avons éprouvé une secousse assez forte, qui s'est prolongée pendant quelques secondes. L'amplitude des vibrations a diminué pour augmenter de nouveau pendant le cours d'une minute environ, après laquelle on a ressenti une se-

conde secousse très-forte et bien plus prolongée que la première. Un nouveau décroissement, suivi d'un accroissement, s'est encore manifesté, mais n'a duré que 12 à 15 secondes; alors la troisième secousse a eu lieu; elle était moins forte que la première et n'a duré que quelques instans; enfin un nouvel intervalle, pendant lequel il y a eu diminution et augmentation dans le mouvement oscillatoire, a succédé. Sa durée a été à peu près d'un quart de minute; après quoi, une quatrième et dernière commotion, qui m'a paru égale en intensité à la troisième, et qui n'a duré que trois ou quatre secondes, s'est fait sentir et a été suivie à son tour d'un tremblement décroissant qui a duré 1′ ½ environ. Tout est rentré dans le calme à 4 heures 2′ 2″; pendant les quatre minutes qu'a duré le tremblement, il s'est fait sentir sans la moindre interruption.

Une cloison de bois qui se trouve dans ma chambre à coucher m'a fourni, par un craquement continuel, une suite de pulsations très-distinctes, au moyen desquelles j'ai compté 152 oscillations complètes dans le cours de 30″. J'ai plusieurs fois observé le baromètre pendant la durée du phénomène, et il m'a été impossible d'y découvrir la plus petite trace d'oscillation. M. le consul de France Challaye, qui de son côté l'a examiné presque sans relâche, n'a pas remarqué non plus le moindre mouvement dans la colonne de mercure. J'ai voulu observer la boussole; mais devant compter le temps, compter les oscillations, noter et aller d'un moment à l'autre voir le baromètre, je me suis trouvé en retard et il m'a été impossible de rien obtenir des oscillations de l'aiguille magnétique.

Pendant une bonne partie de la nuit, le temps était très-calme, couvert et la température à zéro. L'un de mes amis, M. Hennau, docteur en médecine, qui est sorti dans sa cour vers le commencement du phénomène, m'a dit avoir vu du côté de l'ouest une clarté très-distincte et assez forte, analogue à la lumière boréale, voilée cependant par les nuages qui couvraient l'atmosphère ; le maximum visible d'intensité de cette lueur était à l'horizon : 5 ou 6 minutes après la fin du tremblement, elle a disparu presque subitement.

Une observation fort intéressante, que le hasard a fournie, m'a été communiquée par un ingénieur de ma connaissance, M. Chatillon, qui a mis un soin scrupuleux à en déterminer tous les élémens.

Une caraffe à moitié pleine d'eau était restée sur une table dans sa chambre à coucher ; un abaissement de température ayant eu lieu pendant la nuit, une partie de la vapeur d'eau s'est précipitée sur le verre, en produisant cette teinte blanchâtre qu'on remarque souvent fort analogue à celle d'un verre dépoli. Il est résulté de là que, pendant le tremblement de terre, l'eau ayant oscillé dans la caraffe, toute la partie de la surface qu'elle a touchée, a repris la transparence habituelle, de sorte que le repos ayant succédé, on a pu observer avec la plus grande exactitude les deux positions extrêmes où la surface de l'eau est parvenue pendant son mouvement oscillatoire. Voici les résultats que M. Chatillon m'a donnés :

Au moyen d'une règle et d'un niveau à bulle d'air, les deux points où l'eau est parvenue de part et d'autre ont été marqués avec soin sur la surface du verre ; à

l'aide d'un fil à-plomb et d'un alignement vertical, ces deux points ont été projetés et marqués sur le sable : on a fait de même pour les deux points où les plans extrêmes des oscillations se sont coupés sur la surface du verre. Cela a donné deux nouvelles projections ; enfin le cercle du fond de la caraffe a été tracé. Voici maintenant les relations de position que possèdent tous ces points entre eux.

La ligne passant par la projection des points culminans s'est trouvée perpendiculaire à la projection de celle qui était donnée par l'intersection des deux plans limites des oscillations. Le point d'intersection de ces deux lignes s'est trouvé sur le centre de la projection du fond de la caraffe ; la projection de la droite passant par les points culminans faisait un angle de 12° à l'est avec le méridien magnétique. Il faut encore remarquer que la ligne d'intersection des deux plans limites des oscillations coïncidait parfaitement avec le plan de l'eau en repos ; ainsi l'axe de rotation autour duquel la surface de l'eau oscillait n'a pas changé de position.

Il résulte de là que les vibrations ou la résultante des forces qui les ont produites ont été dirigées constamment dans le même sens et qu'elles étaient parallèles à un plan vertical dont l'azimuth à l'est est de 2°. (J'ai pris avant-hier la déclinaison magnétique, je l'ai trouvée de 10° 5′ ouest.)

Une chose assez singulière, c'est que la hauteur à laquelle l'eau s'est élevée de part et d'autre n'est pas la même. Le diamètre de la caraffe à la ligne d'eau en repos était de 97 millimètres ; vers le bord, le point culminant était de 8^{mm},25 de la surface de l'eau, tandis que du

côté opposé l'eau ne s'est élevée au-dessus de son niveau primitif que de 7 millimètres.

(Tiré des *Mémoires de l'Académie de St.-Pétersbourg*, 6ème série, tome 1er.)

9 décembre 1829. 4 heures ½ du matin; *Santa-Fé de Bogota*. Faible tremblement de terre. La secousse a été très-intense à *Santa-Ana*, à *Honda*, à *Cartago*, à la *Véga de Zupia*, mais partout cependant la durée n'a pas surpassé 4″ à 5″.

Tremblemens de terre en 1830.

26 janvier, 3 heures ½ du matin; *Lucques*. Léger tremblement qui se renouvela sur les 5 heures. Une troisième secousse se fit sentir à 5 heures ½; celle-ci dura plusieurs minutes.

7 février, 10 h. 40′ du matin. *Agram* (Allemagne). Secousse qui n'a duré que 2″.

Le 9 mars. *Caucase*. Tremblement de terre très-intense; durée, 10″. La plus grande partie d'une haute montagne s'est éboulée dans une riche vallée; cette catastrophe avait été précédée de détonnations effroyables. Plus de 500 personnes ont péri sous les ruines des temples où elles s'étaient réfugiées. (Depuis le 9 jusqu'au 20 mars on ressentit journellement dans la même contrée des secousses moins fortes et moins funestes.)

23 novembre, 6 heures du matin. *Mulhouse*, *St.-Louis*, *Bâle*, etc. Vive secousse précédée d'une détonnation semblable à celle d'une pièce de gros calibre.

Aurores boréales.

Il s'écoule quelquefois une longue suite d'années sans qu'on aperçoive des aurores boréales, soit dans les régions tempérées, soit, toute proportion gardée, dans les pays les plus voisins du pôle. La vraie cause de ces vicissitudes est entièrement ignorée; mais n'est-ce pas une raison de plus pour noter avec soin toutes les circonstances relatives aux apparitions d'un aussi singulier phénomène? Les journaux scientifiques, dans lesquels, pour chaque pays, on annonce l'apparition des aurores boréales, n'étant pas à la portée du plus grand nombre des physiciens, je crois faire une chose utile à la science en continuant de publier ici des tableaux, que d'abord je dressais seulement pour mon usage particulier.

Aurores en 1829. *Supplément à la liste insérée dans le Cahier de décembre 1829.*

27 *janvier.* *Cambridge* (Amérique).

A Paris, faible, mais réelle action perturbatrice sur l'aiguille horizontale.

30 *janvier.* *Cambridge* (*idem*).

A Paris, le *soir*, mouvement sensible de la pointe nord de l'aiguille *vers l'est.*

31 *janvier.* *Cambridge* (*idem*).

A Paris, aucune perturbation certaine.

4 *avril.* *Utica* (Amérique).

A Paris, les dérangemens de la boussole furent très-sensibles dans la nuit du 3 et dans la matinée du 4. A la première de ces époques, la pointe nord de la boussole était trop *orientale*; à la seconde, le

dérangement, au contraire, s'était opéré *vers l'occident*.

5 *avril. Lowville* (Amérique).

A Paris, à 6 h. $\frac{3}{4}$ du soir, l'aiguille était de 4′ plus *orientale* qu'à l'ordinaire.

8 *avril. Lowville*. Lumière constante près de l'horizon.

A Paris, aiguille très-dérangée dans la matinée du 9.

29 *mai. Saint-Laurent* (Amérique). Aurore peu remarquable quant à l'intensité.

A Paris, faible effet sur la déclinaison.

31 *mai. Utica* (Amérique). Aurore peu remarquable quant à l'intensité.

A Paris, perturbation *occidentale* à 1 h. de l'après-midi; perturbation *orientale* à 10 h. $\frac{3}{4}$ du soir.

1er *juin. Cambridge, Franklin, etc.* (Amérique). Aurore brillante; plusieurs arcs concentriques.

A Paris, perturbation *occidentale* le matin. Le soir, on n'observa qu'une fois.

2 *juin. Cambridge, Utica, etc.*

A Paris, perturbation *orientale* de l'aiguille horizontale à 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir. On ne voyait aucune trace d'aurore, quoique le ciel fût serein.

7 *juin. Schenectudi* (Amérique).

A Paris, aucun dérangement remarquable.

14 *juin. Saint-Laurent* (Amérique).

A Paris, petite perturbation *occidentale* vers midi.

21 *juin. Pough-Keepsie* (Amérique).

A Paris, aucun dérangement notable.

26 *août. Cambridge, Utica, etc.* (Amérique). Aurore brillante.

A Paris, à 11 h. du soir, l'aiguille était de 12′ *plus orientale* qu'à l'ordinaire.

18 *septembre*. *Albany*, *Utica* (Amérique).

A Paris, à 6 h. ½ du soir, l'aiguille était *plus à l'occident* qu'à l'ordinaire, et même plus qu'à 11 h. ¾, d'une quantité très-sensible.

19 *septembre*. *Manchester* (Angleterre) et en Amérique.

A Paris, l'aiguille, à 1 h. ½ du soir, était plus *occidentale* qu'à l'ordinaire, de 3 à 4′, et, à 11 h. ¼ du soir, la perturbation *orientale* se montait à plus de 7′.

21 *septembre*. *Aberdeenshire* (Ecosse).

A Paris, l'aiguille se trouvait dans sa position habituelle, à 6 h. après midi, qui est la seule époque de la soirée où on l'ait observée; mais, *à midi* précis, on avait noté une perturbation *occidentale* d'environ 6′. M. Farquharson, en Ecosse, ne vit aucun dérangement dans son aiguille; mais je crois qu'il ne l'observe attentivement que le soir.

22 *septembre*. *Aberdeenshire* (Ecosse).

A Paris, l'aiguille a été probablement dérangée d'une manière très-sensible dans la soirée du 22, car, le 23, à 0 h. 25′ du matin, sa pointe nord était *plus orientale* qu'à l'ordinaire, de plus de 4′.

A Alford, dans l'Aberdeenshire, l'aiguille de M. Farquharson n'a pas été troublée dans sa marche.

1er *octobre*. *Aberdeenshire*.

A Paris, il y eut quelques petites irrégularités dans la marche de l'aiguille de déclinaison, entre 8 h. du soir et minuit.

Dans l'Aberdeenshire, aucune action.

3 *octobre*. *Manchester* et *Aberdeenshire*.

A Paris, à 7 h. et à 7 ¼ du soir, la pointe nord de l'aiguille était de plus de 4', *à l'occident* de la position moyenne correspondante à ces heures. Il n'y eut pas d'observations pendant le reste de la soirée.

L'aiguille de M. Farquharson n'accusa aucune perturbation.

11 *octobre*. *Aberdeenshire*. Brillante aurore.

A Paris, l'aiguille a été troublée de la manière la plus évidente.

(J'ai donné, dans le N° de décembre 1829, le tableau détaillé de la marche de la déclinaison et de celle de l'inclinaison. Après avoir examiné attentivement ce tableau, on n'apprendra pas sans une extrême surprise qu'à *Alford*, dans l'*Aberdeenshire*, l'aiguille de M. Farquharson *n'a éprouvé*, *le* 11 *octobre*, *aucun dérangement*. Ce savant distingué dit, en propres termes, que, de 8 h. à 8 h. 20' du soir, son aiguille était tranquille et dans sa position ordinaire. Eh bien! à Paris, entre les heures que M. Farquharson indique, la déclinaison varia de plus de 9', et elle se trouvait très-différente de sa valeur ordinaire.)

17 *octobre*. *Manchester* (Angleterre).

A Paris, l'aiguille de déclinaison n'offrit aucune anomalie remarquable, du moins jusqu'à 7 h. ¼.

21 *octobre*. *Utica* et *Cambridge* (Amérique).

A Paris, à midi, la pointe nord de l'aiguille horizontale se trouvait de près de 3' *à l'occident* de sa position ordinaire, tandis que, à 8 h. ¾ du soir,

par exemple, la déviation en sens contraire ou *vers l'orient* était de plus de 5′.

24 *octobre*. *Saint-Laurent* (Amérique).

A Paris, suivant une règle qui offre peu d'exceptions en temps d'aurore boréale, la perturbation de l'aiguille était *occidentale* le matin et vers midi, tandis que le soir elle devint *orientale*.

A 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, l'anomalie était de plus de 6′;
A midi $\frac{1}{4}$.......................... de plus de 5′;
Et, à 6 h. $\frac{1}{4}$ du soir............. de 13′ ou 14′.

25 *octobre*. *Kendal* (Angleterre), *Aberdeenshire* (Écosse). A Kendal, l'aurore, d'après M. Marshal, se composait de cinq bandes parallèles.

A Paris, le matin, à 7 heures $\frac{1}{2}$, l'aiguille était de 5′ *à l'occident* de sa position ordinaire; à midi, le dérangement était de 6′ dans le même sens; à 6 heures $\frac{1}{2}$ du soir, de 6′ en sens contraire ou *vers l'orient*.

A Alford, l'aiguille de M. Farquharson ne fut pas dérangée le 25 octobre.

27 *octobre*. *Delaware* (Amérique). Il ne paraît pas parfaitement certain, d'après la description, que la lumière observée fût celle d'une aurore boréale. En tout cas, son action à Paris a été inappréciable.

9 *novembre*. *Lowville* (Amérique). Aurore brillante.

A Paris, considérable dérangement de l'aiguille *vers l'occident* durant la matinée, et de midi à 1 h. $\frac{1}{2}$.

Le soir tout était à peu près dans l'état ordinaire.

17 *novembre*. *Aberdeenshire*. Plusieurs arcs concentriques qui s'élèvent graduellement; à 11 heures, l'un d'entre eux était très-brillant.

A Paris, forte perturbation *occidentale* le matin. Le soir, comme de coutume, perturbation *orientale*.

La boussole de M. Farquharson, dans l'Aberdeenshire, n'accusa aucun dérangement aux mêmes heures où celle de Paris était le plus troublée.

18 *novembre. Aberdeenshire.* Arcs très-brillans de 6 à 8 heures du soir.

A Paris, le ciel était serein; mais on ne vit, dans la soirée, aucune trace d'aurore boréale. L'aiguille était de 9′ *trop orientale* à 6 heures $\frac{1}{2}$ du soir;

Trois minutes après, elle était déjà devenue, vers l'occident, de 6′ $\frac{1}{2}$;

A 6 heures 37′, elle se trouvait un peu *plus occidentale* que de coutume, et cela mérite d'être remarqué, sinon pour la valeur, du moins quant *au sens* du dérangement, car le soir la perturbation se manifeste presque toujours *vers l'orient.*

A 6 heures $\frac{3}{4}$, l'aiguille était à peu près rentrée dans sa position habituelle et s'y maintint toute la soirée.

L'aiguille de M. Farquharson n'éprouva aucune perturbation.

19 *novembre. St.-Laurent* (Amérique), *Aberdeenshire* (Écosse).

A Paris, aucune trace d'aurore, quoique le ciel fût serein. Le matin, de 7 h. $\frac{1}{2}$ à 7 h. 50′, l'aiguille était sensiblement *plus occidentale* que de coutume.

Le soir on n'observa pas.

14 *décembre. Londres, Aberdeenshire.*

A Paris, perturbation considérable et *occidentale* à 1 heure et à 1 heure 20′ de l'après-midi.

Le soir, le dérangement s'était effectué vers l'*orient*, mais il surpassait à peine 2′.

19 *décembre*. *Schenectady* (Amérique), *Aberdeenshire*. Très-brillante dans ce dernier lieu. Les jets lumineux s'élevaient jusqu'au zénith. A certaines époques, l'aurore se voyait en même temps à l'horizon nord et à l'horizon sud.

A Paris, les observations de l'aiguille nous la montrèrent considérablement *à l'occident* de sa position ordinaire depuis 11 heures ½ du matin jusqu'à 2 heures ½. Le soir, et surtout entre 9 heures et minuit, il y avait aussi dérangement très-notable, mais *vers l'orient*.

A Alford, l'aiguille de M. Farquharson fut aussi considérablement troublée dans sa marche.

20 *décembre*. *Aberdeenshire*. Très-brillante aurore.

A Paris, à 1 heure de l'après-midi, 8′ de dérangement *occidental*; à 11 heures du soir, 6′ de perturbation *orientale*. M. Farquharson affirme que son aiguille n'a pas été troublée; mais l'a-t-il observée assez fréquemment?

28 *décembre*. *North Salem* (Amérique). Aurore brillante.

A Paris, l'aiguille n'a pas été dérangée sensiblement.

Aurores en 1830.

25 *janvier*. *Aberdeenshire*. Une succession d'arcs qui s'élevèrent peu. De temps en temps des jets brillans.

A Paris, à une heure après midi, l'aiguille était d'environ 3′ *à l'occident* de sa position habituelle. Le soir, à 9 h., la déviation en sens contraire, ou *vers*

l'orient, n'était guère que de 1',5. Aucun dérangement ne se manifesta dans l'aiguille de M. Farquharson, à Alford; mais, si je ne me trompe, comme je l'ai déjà dit, ce physicien n'observe attentivement la déclinaison que le soir.

28 *janvier*. *Kendal* (Angleterre), *Aberdeenshire*. Aurore très-brillante.

À Paris, à 6 h. ¼ du soir, perturbation *occidentale* de près de .... 8';
8 h. 25' .... *orientale* de 4';
8 h. 27' .... *orientale* de près de .... 10';
8 h. 30' .... *orientale* de plus de.... 12';
8 h. 35' .... *orientale* de près de.... 10';
8 h. 37' .... *orientale* de près de.... 9';
8 h. 45' .... *orientale* de près de.... 4';
8 h. 52' .... état ordinaire.

À Alford (Aberdeenshire), l'aiguille de M. Farquharson était :

A 8 h........ dans sa position ordinaire ;
A 8 h. ½...... *orientale* de 21'.30" ;
A 9 h. 55'.... oscillante dans une étendue de 30'.

Je ne puis pas comparer une à une ces observations à celles de Paris, ne sachant pas si M. Farquharson emploie le temps vrai, comme il paraît naturel de le faire, ou le temps moyen.

19 *février*. *Kendal*. Aurore brillante, mais sans jets.

A Paris, forte perturbation *occidentale* depuis le matin jusqu'à 3 h., et perturbation *orientale* à 9 h. $\frac{3}{4}$ du soir.

18 *mars*. *Manchester* (Angleterre). Aurore vive et élevée.

A Paris, à 6 h. 40′ du soir, l'aiguille était plus *orientale* qu'à l'ordinaire de plus de 17′.

24 *mars*. *Aberdeenshire*. Aurore très-brillante.

A Paris, l'aiguille n'a éprouvé de dérangement sensible ni le matin, ni le soir. Celle de M. Farquharson, au contraire, a été considérablement dérangée :

A 9 h. 5′.......	de 32′ vers l'ouest ;
Vers 9 h. 10′......	de 25′ vers l'est ;
Vers 9 h. 15′......	de 34′ vers l'ouest.

19 *avril*. *Manchester* (Angleterre). Aurore très-brillante depuis 9 h. du soir jusqu'à minuit.

A Paris, à une heure de l'après-midi, l'aiguille était plus *occidentale* que d'habitude, de plus de 3′. A 10 h. 40′ du soir, la perturbation, en sens contraire ou *orientale*, s'élevait à près de 12′. Le ciel alors était serein, mais on ne voyait pas d'aurore.

5 *mai*. *Pétersbourg*.

A Paris, grands dérangemens de l'aiguille dans la soirée :

A 8 h. 5′, temps vrai..	de plus de 7′ vers l'*orient* ;	
A 9 h. 10′....................	de 5′	*id*.
A 10 h. 10′....................	de 5′	*id*.
A 10 h. 45′....................	de 17′	*id*.
A 10 h. 50′..........	de plus de 9′	*id*.

A 11 h. 0′ .... de plus de 9′ vers l'*orient* ;
A 11 h. 10′ .... de plus de 11′ *id.*
A 11 h. 30′ .... de plus de 17′ vers l'*occident* ! !
A 11 h. 40′ .... de 8′ vers l'*orient* ;
A 11 h. 45′ .... de 13′ *id.*
A 11 h. 52′ .... de plus de 19′ *id.*
A minuit .... de plus de 14′ *id.*

Le lendemain matin, il y avait encore dérangement, mais c'était vers l'*occident*. A 9 h. $\frac{3}{4}$, ce dérangement était de près de 9′.

Dans la soirée du 5, l'aiguille d'inclinaison éprouvait aussi parfois, en très-peu d'instans, des variations de 3 à 4′.

A Pétersbourg, l'aiguille horizontale de M. Kupffer a été considérablement dérangée dans la nuit du 5 au 6 mai. Quoique je ne sache pas si les heures des observations se trouvent exprimées en temps vrai ou en temps moyen, je puis affirmer, je crois, que les grands mouvemens ne se sont opérés ni aux mêmes époques, ni toujours dans le même sens à Pétersbourg et à Paris. Ainsi, à 11 heures 30′, par exemple, la perturbation sur notre boussole était de 17′ *occidentale*, tandis qu'à Pétersbourg, à 13 heures 20′ (correspondant à 11 h. 28′ de Paris), on observait un dérangement de 12′ vers l'*orient*.

20 *août*. *Kendal* (Angleterre). Brillante aurore boréale.

Le gardien d'un phare, en Écosse, a vu des aurores boréales les 7, 10, 12, 13, 17, 19, 20, 21 et 25 septembre.

Les aurores du 7 et du 17 furent aussi aperçues à Gosport. M. Kupffer vit celle du 13 à Pétersbourg.

Malheureusement, pendant une grande partie du mois de septembre et les premiers jours d'octobre, une maladie de l'observateur de Paris avait interrompu les observations magnétiques.

5 *octobre. Gosport* (Angleterre).

6 *octobre. En mer* par 52° 30′ de longitude et 44° 12′ de latitude nord.

16 *octobre. Gosport.* Longs jets lumineux.

A Paris, forte perturbation *orientale* dans la position de l'aiguille à 6 h. 50′ du soir. Ciel serein, mais aucune trace d'aurore.

17 *octobre. Gosport.* Aurore qui ne donna naissance à aucune colonne ascendante.

A Paris, entre 7 h. $\frac{3}{4}$ du soir et 9 h. 30′, l'aiguille se maintint constamment dans une direction beaucoup plus *orientale* que sa position habituelle. Le ciel était serein, mais l'on n'aperçut aucune trace d'aurore.

1er *novembre. Gosport.* Très-brillante aurore boréale. Jets bien visibles malgré le clair de lune.

A Paris, à 9 heures du soir, l'aiguille était *à l'orient* de sa position ordinaire d'environ 8′.

4 *novembre. Gosport.* Aurore visible dès 7 heures du soir. Les jets lumineux ne se formèrent qu'à 8 heures, et montèrent à 22° de hauteur. Le phénomène disparut à 9 heures.

A Paris, il y avait dans la position de l'aiguille une perturbation *occidentale* sensible à 1 heure après midi et un commencement de perturbation *orientale* dès 7 heures 40′ du soir. A 7 heures 55′, ce dérangement était considérable; il existait encore à 10 heures 15′.

7 *novembre*. *Gosport*. Aurore faible.

A Paris, l'aiguille ne fut pas observée le soir.

7 *décembre*. *Christiania*.

A Paris, déviation *occidentale* de l'aiguille de plus de 15′ à 1 heure ¾ de l'après-midi et de plus de 20′ à 6 heures 25′. A 7 heures 5′, le dérangement était *oriental*. Entre 1 heure 20′ et 6 heures 25′, l'inclinaison s'accrut de 8′.

11 *décembre*. *Gosport*. Brillante aurore boréale. Jets pourprés de 30° de hauteur.

A Paris, à 8 heures du soir, l'aiguille était *plus orientale* qu'à l'ordinaire.

12 *décembre*. *Gosport*. Faible aurore.

A Paris, dès 6 heures ¾ du soir, l'aiguille était considérablement *à l'orient* de sa position habituelle. Le lendemain, 13, à 8 heures du matin, le dérangement était aussi très-sensible, mais *vers l'occident*.

25 *décembre*. *Gosport*. Brillante aurore boréale terminée par un arc bien tranché. Il s'en élevait de nombreuses colonnes lumineuses.

L'observateur de Paris était absent.

J'ai pensé devoir signaler dans ce Catalogue tous les dérangemens de l'aiguille aimantée de Paris, afin que le lecteur pût décider lui-même si, comme l'a cru remarquer M. Farquharson d'Alford (*Aberdeenshire*), de tels dérangemens ne se manifestent qu'à l'époque où, dans leur mouvement ascendant, les parties lumineuses de l'aurore atteignent le plan perpendiculaire au méri-

dien magnétique passant par l'aiguille d'inclinaison. Cette supposition, pour nos climats du moins, ne paraît pas soutenable. On doit se rappeler, en effet, que, presque toujours, l'aurore qui *à son apparition* le soir déviera la pointe nord de l'aiguille vers l'*orient*, a déjà produit le matin un dérangement en sens opposé ou vers l'*occident*; on notera de plus, et ceci tranche toute difficulté, que l'aurore agit à Paris (Voyez le 19 avril, les 16 et 17 octobre, etc.), *lors même qu'elle ne s'élève pas au-dessus de l'horizon.*

Les aurores qui n'ont été visibles qu'en Amérique, qu'à Pétersbourg, qu'en Sibérie, malgré la distance immense qui sous sépare de ces régions, dérangent notablement l'aiguille aimantée de Paris. Ceci fait naître la question de savoir si les aurores de l'*hémisphère sud* produiront également quelque effet. Je croyais d'abord pouvoir répondre affirmativement, d'après diverses observations d'aurores australes dont je suis redevable à M. Simonoff; mais j'ai malheureusement découvert ensuite que les jours où le navigateur russe voyait des aurores vers le pôle sud, le phénomène se montrait aussi au nord.

Je n'ajoute plus qu'une seule remarque. Elle m'est suggérée par une aurore boréale observée à Béresow en Sibérie, le 1er décembre 1828. Cette aurore, dont je dois la connaissance à M. Erman fils, était sans doute sous l'influence du second pôle magnétique boréal, c'est-à-dire du pôle asiatique; toutefois, comme les aurores de nos climats, elle transporta le matin la pointe nord de l'aiguille de déclinaison *à l'occident* de sa position normale, et le soir considérablement *à l'orient.*

CHUTES D'AÉROLITHES.

Aérolithe de Drake-Creek, dans le Tennessee.

Le 9 mai 1827, vers les 4 heures de l'après-midi, par le ciel le plus serein, plusieurs pierres tombèrent à Drake-Creek, dans l'état de *Tennessee*. Une détonnation semblable à celle des plus grosses pièces d'artillerie; la formation de quelques petits nuages, accompagnés de traînées obscures; enfin un sifflement des plus vifs précédèrent la chute.

L'une des pierres brisa un petit arbre, et cependant pénétra de 10 pouces dans le sol; elle était froide, mais sentait le soufre. Une autre fut déterrée à un tiers de lieue de distance de la première, d'une profondeur de 11 pouces; elle pesait 11 livres.

Trois autres pierres plus ou moins grosses furent recueillies. Toutes ont une enveloppe vitreuse noirâtre. Toutes sont à l'intérieur d'un blanc légèrement verdâtre; toutes présentent une quantité innombrable de points métalliques brillans comme de l'argent. Une immense quantité de globules noirs et vitreux, dont la masse est parsemée, semblent avoir subi une fusion complète. La pesanteur spécifique de la pierre est 3,485. L'analyse, faite par un chimiste américain, a donné, sur cent parties :

Silice...............	40,000;	
Protoxide de nickel..	2,166,	corresp. à 1,704 de métal;
Magnésie...........	23,833;	
Alumine..............	2,466;	
Protoxide de chrome..	0,833,	ou 0,584 de métal;
Fer.................	12,000;	
Péroxide de fer....	12,200;	
Soufre..............	2,433.	
Total......	95,931.	
Perte...	4,069.	

Aérolithe de Forsyth en Géorgie (Amérique).

Le 8 mai 1829, entre trois et quatre heures du soir, il tomba un aérolithe près de Forsyth. Sa chute fut précédée de l'apparition d'un petit nuage noir, d'où semblèrent partir deux fortes explosions, suivies dans l'atmosphère d'un sifflement effrayant. Des nègres se transportèrent vers le point où la pierre leur parut se diriger; ils trouvèrent qu'elle avait pénétré de deux pieds et demi dans un sol calcaire très-dur; elle pesait 36 livres. Elle était recouverte d'une matière noirâtre qui semblait avoir été fondue, et dont l'épaisseur ne surpassait pas celle d'une lame de canif; son intérieur était d'une teinte gris de cendres à peu près uniforme, si ce n'est qu'on y remarquait par centaines des parcelles de fer métallique, brillantes comme de l'argent poli, et dont la largeur ne surpassait nulle part celle d'une tête d'épingle. La pierre, même réduite en poudre impalpable, était attirée presque en totalité par un aimant. Sa pesanteur spécifique égalait 3,37.

(*American Journal.*)

Pluie de terre à Orléans.

Le 1er du mois d'octobre 1829, il avait beaucoup plu à la blanchisserie de cire de M. Germon, au sud d'Orléans. En relevant ses pains, ce fabricant aperçut qu'il y en avait un grand nombre de tachés. Les taches étaient d'une couleur uniforme, rougeâtre ou brunâtre; elles occupaient toutes le fond de petites cavités situées à la surface des pains; il était naturel de croire, d'après

cela, qu'elles provenaient d'un peu d'eau colorée qui avait séjourné dans les cavités en question, et plusieurs d'entre elles, en effet, renfermaient encore de l'eau, dont la couleur ne différait pas de celle des taches.

Le 2 du même mois, de nouveaux pains furent exposés sur le pré. Dans la nuit, il plut quelques instans, vers les deux heures du matin, par un temps presque tout-à-fait calme. M. Germon, en se levant, trouva de nouveau ses pains extrêmement tachés. Les taches étaient plus nombreuses, plus marquées que celles de la veille, mais de la même couleur. M. Germon apprit que M. Brehamel, son voisin; que MM. Baulu et Baron Boidron, dont les établissemens sont au nord de la ville, à plus d'une lieue du Loiret, et, ce qui paraîtra plus étonnant, que les blanchisseurs de Versailles aperçurent tous ce singulier phénomène le même jour. La matière colorante des pains de cire de M. Germon, séparée de ces pains à l'aide d'un simple lavage à l'eau froide, a été soumise à l'analyse chimique par M. Fougeron, qui l'a trouvée composée de

Oxide de fer;
Silice;
Alumine;
Chaux;
Acide carbonique.

C'est en vain qu'on y a cherché la présence du chrome et du nickel.

M. Fougeron se demande si la matière colorante ne serait pas de la poussière des roches ocreuses de Vierzon, qu'un tourbillon de vent aurait transportée dans les

hautes régions de l'atmosphère; mais alors, dit-il, comment le même phénomène s'est-il renouvelé deux jours de suite, et à d'aussi grandes distances!

M. de Tristan a trouvé, dans son Journal météorologique, que, le 1er octobre, il y avait, près d'Orléans, un vent de terre venant du N.-E., et un vent supérieur qui transportait des vapeurs épaisses du sud ou du sud-est au nord. Le 2, le vent était du sud.

(*Ann. de la Société royale des Sciences d'Orléans*, tome II, n° 1er.)

Pluie de terre à Siène.

Le 16 mai 1830, à sept heures du soir, il tomba, à Siène et dans la campagne environnante, une pluie qui tachait en rouge tous les objets qu'elle touchait. Le même phénomène se renouvela vers minuit. Depuis le 14, le temps était calme; mais il y avait dans l'atmosphère un brouillard dense et rougeâtre.

La matière terreuse colorée, recueillie, au jardin de botanique, sur les feuilles d'un grand nombre de plantes, a été soumise à l'analyse chimique par M. Giuli, professeur d'histoire naturelle. Ce savant y a constaté la présence :

D'une matière organique végétale;
Du carbonate de fer;
Du manganèse;
Du carbonate de chaux;
De l'alumine;
De la silice.

(Tous ces résultats sont tirés d'une lettre dont je suis redevable à la complaisance de M. le professeur Giuli.)

Analyse du Fer météorique de la Louisiane.

M. *Charles Upham Shepard* a analysé le fer météorique de la Louisiane, et l'a trouvé composé de :

Fer.....	90,020 ;
Nickel...	9,674 ;
Perte ...	0,306.
Somme.	100,000.

La pesanteur spécifique = 7,5. Les efforts plus ou moins grands que l'on a à faire pour détacher les fragmens sur lesquels on veut opérer, altèrent un peu la densité.

Cette composition chimique est presque identique avec celle du fer trouvé à Santa-Rosa, à quelque distance de Bogota. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXV.) M. Shepard en tire la conséquence que les masses de Santa-Rosa et de la Louisiane, malgré la grande distance qui sépare ces deux parties de l'Amérique, sont des fragmens d'un seul et même aérolithe.

(*Journ. de Silliman*, vol. XVI, p. 217-219.)

Propagation remarquable du vent.

Le 12 juillet 1829, pendant qu'on sonnait les cloches dans toutes les églises d'*Albany* pour appeler les habitans au sermon, une très-forte bourrasque du SUD-OUEST passa sur la ville.

A *New-York*, QUI EST AU SUD D'ALBANY, quand la bourrasque se fit sentir, les sermons dans les différens

temples étaient commencés depuis long-temps ; ainsi *le vent* DU SUD se manifesta environ une heure plus tôt dans la ville nord que dans la ville sud ; ainsi ce vent se propageait du nord au sud, c'est-à-dire en sens contraire de la direction suivant laquelle il soufflait.

Franklin avait déjà remarqué qu'aux États-Unis les vents violens *du nord-est* ont quelquefois leur origine dans des régions vers lesquelles ils soufflent, et il se croyait autorisé d'après cela à les attribuer à de grandes et subites altérations dans l'atmosphère du golfe du Mexique. Si l'on voulait expliquer de même le fait que je viens de rapporter, quant au vent *sud-ouest*, il faudrait supposer qu'une diminution dans le ressort atmosphérique avait pris naissance au nord d'Albany. Les réflexions suivantes que je reçois de M. Alphonse Blanc viennent naturellement se placer après la note qu'on vient de lire.

Considérations sur les vents du nord et du sud.

Par M. *Alphonse Blanc.*

Depuis long-temps on a reconnu que les vents qui agitent l'atmosphère avaient leur cause, le plus souvent, si ce n'est toujours, dans des dilatations ou des condensations produites dans l'air par les variations de chaleur.

En effet, on voit quelquefois, lorsque le temps est beau et tranquille, le vent s'élever le matin à l'est, tourner au sud à midi et souffler de l'ouest le soir. On peut, avec une grande apparence de raison, attribuer cet effet à la dilatation de l'air par le soleil successivement dans les pays à l'est, au sud et à l'ouest de celui où il est observé.

On a constaté, par des observations, que quelquefois le vent souffle dans une région avant qu'on le sente dans une autre région sur le vent de la première ; que, par exemple, un vent du sud pourrait être senti à Paris avant de l'être à Marseille. On en a conclu que, dans ce cas, le vent était causé par quelque grande condensation de l'air dans les régions sous le vent de celles où il est ressenti.

Or, il me semble que le baromètre doit être affecté d'une manière différente suivant la nature de la cause du vent. Car supposons qu'une condensation ait lieu dans les environs du pôle, l'air de tous les lieux environnans affluera vers celui où se fait cette condensation. Il se fera dans ces lieux un vide partiel, et le baromètre baissera. Le vent du midi commencera à se faire sentir dans les lieux les plus proches du pôle, l'espèce de vide qui s'y fera appellera l'air des lieux voisins, et ainsi de proche en proche. Le baromètre devra baisser dans tous les lieux que ce vent atteindra.

Si, au contraire, une dilatation dans l'atmosphère était produite dans le nord, l'air serait refoulé dans les lieux voisins, la pression augmenterait, et le baromètre monterait. Le vent du nord se ferait donc sentir d'abord dans les lieux les plus voisins du pôle, la pression augmentant chasserait l'air vers l'équateur, et le vent arriverait successivement dans les lieux les plus éloignés de son origine. Le baromètre devrait monter dans tous ces lieux.

Ces effets seraient d'autant plus grands que l'air chassé du nord au midi se dilate encore en arrivant dans des pays plus chauds et augmente la pression, et que c'est le

contraire quand il va du midi au nord. Mais ces effets seraient moins grands si les changemens de tension avaient lieu dans le midi, parce que l'air chassé par une dilatation se condenserait en arrivant dans une région plus froide, et l'air appelé par une condensation se dilaterait en arrivant dans une région plus chaude.

Entre les tropiques, les variations du baromètre sont presque nulles, les vents y sont réguliers, la cause en est permanente, et l'équilibre paraît devoir être constant.

On pourrait tirer de cette régularité une autre conséquence, c'est que le plus souvent les vents du sud et du nord qui règnent dans nos climats ont leur cause dans le nord; car comment concevrait-on que le vent du midi pût nous venir *ordinairement* d'un lieu où règne un vent constant dans un autre sens. En adoptant cette conséquence, le vent du midi serait causé le plus souvent par une condensation de l'atmosphère dans les régions polaires, et le vent du nord par une dilatation dans les mêmes régions.

La colonne barométrique devrait en général se raccourcir par les vents du midi et s'allonger par les vents du nord. Tel est en effet le résultat qu'on observe ordinairement.

Je conclurais de ces réflexions que, quoique le vent du midi, en arrivant dans des lieux plus septentrionaux, se refroidisse et laisse les vapeurs dont il est chargé se condenser d'abord en nuages et ensuite en pluie, ce n'est pas à cette vapeur qu'il faut attribuer le mouvement descendant du baromètre. Si la vapeur était la cause de cet effet, il aurait lieu constamment par les vents qui apportent la pluie, ce qui n'est pas; et l'on

conçoit fort bien que quand même le vent du midi serait causé *le plus ordinairement* par une condensation de l'air dans le nord et ferait descendre le baromètre, on conçoit, dis-je, qu'il peut être causé *quelquefois* par une dilatation dans le sud, et le faire monter.

Trombe sur le lac de Neuchâtel.

Cette trombe a été vue le 9 juin, à 9 heures du matin; le temps était humide, et le thermomètre ne marquait que 17°,5 centigrades. Voici la description qu'on a donnée du phénomène :

« D'un nuage immobile et noir, élevé d'environ 80 « pieds, descendait perpendiculairement une colonne « cylindrique de couleur gris foncé qui aboutissait à la « surface du lac. On remarquait à la base et au sommet « de cette colonne une grande agitation; on entendait « un bruit sourd et on voyait les eaux du lac monter « rapidement par cette espèce de syphon jusqu'au nuage « qui blanchissait à mesure qu'il recevait les eaux. « Après sept à huit minutes, un vent du nord-est poussa « la colonne qui se courba par son milieu, toujours en « pompant l'eau; enfin elle se rompit. A l'instant le « nuage supérieur, agité et comprimé par le vent, creva « et laissa tomber une pluie qui paraissait un déluge. « Ce phénomène ne fut précédé ni suivi d'aucun éclair, « d'aucune détonnation. On n'a point observé de mou- « vement de rotation dans la colonne; elle était verti- « cale et immobile. »

(*Bibliothèque universelle*, juin 1830.)

SUR *deux nouveaux minerais de tellurium de l'Altaï.*

PAR Mr GUSTAVE ROSE.

I. *Tellure d'argent.*

PENDANT un voyage en Russie et en Sibérie, que j'ai eu le bonheur de faire dans la compagnie de M. le baron de Humboldt et de M. Ehrenberg, nous vîmes ce minéral, pour la première fois, dans le Musée d'Histoire naturelle de la ville de Barnaul sur l'Obi. Nous en trouvâmes, outre plusieurs petits morceaux, deux grands blocs, ayant chacun le volume d'un pied cube, qui ne contenaient qu'une petite quantité de gangue. Ils avaient été trouvés dans la mine Sawodinski, située à 40 werst de la riche mine d'argent Siranowski, près du fleuve de Buchtharma. La richesse et la ductilité de ces minerais les avaient fait regarder comme du sulfure d'argent; mais leur couleur, beaucoup plus claire que celle du sulfure d'argent, et leur aspect grenu faisaient naître des doutes à cet égard, qui furent augmentés par quelques essais au chalumeau faits sur les lieux mêmes, mais avec trop de rapidité pour pouvoir en conclure la véritable composition du minerai. Après notre arrivée à Berlin, j'ai trouvé que ce nouveau minerai était un alliage d'argent et de tellurium. La présence du tellurium en aussi grande quantité, et dans un endroit si éloigné des autres minerais de ce métal, me paraît assez remarquable.

Le tellure d'argent n'est pas cristallisé, mais se trouve en masses à gros grains privés de tout clivage.

La couleur de ce minerai tient le milieu entre le gris de plomb et le gris d'acier ; il a beaucoup d'éclat métallique.

Il est malléable, mais un peu moins que le sulfure d'argent; il est un peu plus dur que celui-ci et que le sel gemme. Dans un essai, j'ai trouvé sa pesanteur spécifique de 8,565; dans un autre, de 8,412. Le premier essai avait été fait sur huit petits morceaux, le second sur un seul plus grand. La température de l'eau était la première fois de 12° R., la seconde de 11° R.

Dans le morceau que j'ai rapporté, la gangue consiste en talc schisteux gris-verdâtre. La mine n'est accompagnée que par une très-petite quantité de minéraux métalliques, dont quelques-uns sont disséminés dans la masse; ces minéraux sont la pyrite en petits cubes, la blende noire en petits grains avec clivages prononcés, et la pyrite de cuivre par petites portions. Cet alliage de tellurium contient en outre du tellure de plomb, dont je parlerai plus bas, et dont la proportion, petite en elle-même, est cependant plus grande que celle des autres minerais métalliques.

Chauffé au chalumeau sur du charbon, le tellure d'argent se fond en un globule noir, à la surface duquel on voit paraître pendant le refoidissement une foule de petits points blancs ou de belles dendrites blanches, qui consistent en argent. La végétation métallique se forme surtout quand on fait fondre l'échantillon à la flamme intérieure.

Chauffé dans un matras, il entre également en fusion et colore en jaune le verre.

Dans le tube ouvert il se comporte de même; cependant il donne en outre un léger sublimé blanc, qui est

en partie chassé et en partie fondu en gouttelettes quand on dirige dessus la flamme du chalumeau.

Le sel de phosphore le dissout; dans la flamme intérieure, le globule est limpide tant qu'il est chaud; mais en se refroidissant, il devient opalin, quand la quantité du minerai employé est petite, et jaune ou même d'un jaune gris quand elle est grande. Fondu à la flamme extérieure, il conserve sa limpidité même après le refroidissement.

Fondu avec la soude, il ne laisse que de l'argent pur quand on prolonge l'expérience assez long-temps.

Le tellure d'argent se dissout lentement dans l'acide nitrique froid, plus promptement à chaud (1). Quand on le fait bouillir avec de l'eau régale, l'action s'arrête bientôt, parce qu'il se forme en peu de temps du chlorure d'argent à la surface de l'alliage.

Ayant trouvé, par des essais préliminaires, que ce minerai ne contenait que de l'argent, du tellurium et du fer, j'ai procédé à l'analyse de la manière suivante : Après avoir dissout l'alliage dans l'acide nitrique, j'ai précipité l'argent par l'acide hydrochlorique; la liqueur filtrée ayant été fortement concentrée au bain de sable, on la mêla avec de l'acide hydrochlorique jusqu'à ce que

(1) La dissolution, abandonnée à elle-même pendant quelque temps, dépose des petits cristaux insolubles dans l'eau, avec l'éclat du diamant, qui sont composés d'oxide de tellurium et d'oxide d'argent, et dans lesquels le tellurium et l'argent se trouvent dans une autre proportion que dans le tellure d'argent, puisqu'on obtient encore des cristaux de nitrate d'argent quand ils se sont déposés.

l'acide nitrique fût entièrement détruit, et qu'on n'aperçût plus d'odeur de chlore. Alors on l'étendit d'eau, on la chauffa, et on y ajouta de l'acide hydrochlorique et du sulfite d'ammoniaque. On obtint ainsi un précipité noir de tellurium métallique, qui fut jeté sur un filtre pesé. Après avoir ajouté de nouvelles quantités d'acide hydrochlorique et de sulfite d'ammoniaque à la liqueur filtrée, on la fit bouillir pour voir s'il se formait encore un précipité. Cette opération fut répétée jusqu'à ce qu'il ne se précipitât plus de tellurium; le précipité fut porté chaque fois sur le même filtre. Ordinairement tout le métal fut précipité par la seconde addition de sulfite d'ammoniaque. On fit passer un courant de chlore à travers la liqueur filtrée pour porter le fer au plus haut degré d'oxidation; après quoi on le précipita par l'ammoniaque. En faisant l'analyse de 2,833 gram., j'ai obtenu par ce moyen 2,348 gram. chlorure d'argent, contenant 1,769 gram. d'argent; 1,047 gram. de tellurium, et 0,010 d'oxide de fer, représentant 0,007 gram. de fer.

En répétant l'analyse sur 2,678 gram., j'ai trouvé 2,2155 gram. de chlorure d'argent contenant 1,662 gram. d'argent, 0,998 gram. de tellurium et 0,015 gr. d'oxide de fer, représentant 0,01 gram. de fer (1).

D'après la première analyse, le tellure d'argent est composé de :

---

(1) Dans cette analyse, le fer a été précipité par l'hydrosulfate d'ammoniaque, après la séparation du tellurium. Le sulfure de fer fut considéré comme du peroxide de fer. En traitant au chalumeau, on y a trouvé des petites quantités de cuivre.

Argent....	62,42 ;
Tellurium.	36,92 ;
Fer.......	0,24 ;

et, d'après la seconde, de :

Argent........................	62,30 ;
Tellurium......................	36,89 ;
Fer, contenant un peu de cuivre...	0,50.

En admettant que le tellure d'argent est composé d'un atome de tellurium et d'un atome d'argent, il contient :

Argent.....	62,63 ;
Tellurium..	37,37.

Ces nombres s'accordent très-bien avec les résultats de l'analyse, et la composition peut être exprimée par la formule *Ag Te*.

II. *Tellure de plomb*.

Le tellure de plomb, de même que le tellure d'argent, ne se rencontre pas cristallisé, mais en masses compactes ; il présente des clivages, mais pas bien prononcés. Il offre trois directions de clivage ; les faces de clivage ne sont pas unies, et leurs angles ne peuvent pas être mesurés par le gonyomètre ; cependant les clivages paraissent être rectangulaires les uns par rapport aux autres et égaux ; ils sont par conséquent parallèles aux faces d'un cube.

Le minerai est d'une couleur d'étain, à peu près comme l'antimoine natif, seulement un peu plus jaunâtre, surtout quand sa surface est ternie ; il est doué d'un éclat métallique très-prononcé.

On peut le réduire en poudre très-fine, ce qui n'est pas possible avec le tellure d'argent. Sa dureté se rap-

proche de celle du spath calcaire. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 8,159 à la température de 11° R.

Il se trouve, ainsi que je l'ai déjà dit, mêlé en petite quantité avec le tellure d'argent. Je ne l'ai reconnu qu'en brisant les morceaux du tellure d'argent que j'ai apportés de l'Altaï. Ces morceaux étant peu nombreux, je n'ai pu en faire l'analyse que sur une petite quantité de matière.

Chauffé au chalumeau sur du charbon, il colore la flamme en bleu, et se fond à la flamme extérieure en un globule qui devient peu à peu plus petit et se volatilise, de sorte qu'il ne reste à la fin qu'un petit grain d'argent. Le tellure de plomb volatilisé se dépose autour de l'échantillon sous forme d'un anneau, doué de l'éclat métallique; à une assez grande distance, il forme un enduit jaune-brunâtre, qui colore en bleu la flamme du chalumeau qu'on dirige sur lui, et se volatilise totalement. A la flamme extérieure, l'échantillon s'étend rapidement à la surface du charbon, l'anneau à éclat métallique devient plus petit, et l'anneau jaune plus grand que dans la flamme intérieure.

Quand on le chauffe dans un matras, il entre en fusion, colore le verre en jaune aux points de contact, et donne une petite quantité d'un sublimé blanc qui se réduit en gouttelettes quand on y dirige la flamme.

Dans un tube ouvert il fond; autour de l'échantillon il se forme un anneau de gouttelettes blanches, une fumée s'élève du tube, et elle dépose sur la paroi inférieure du tube un sublimé blanc, épais, qui se réduit en gouttes par l'action de la flamme.

Quand on verse dessus de l'acide nitrique, après l'avoir réduit en poudre, il est fortement attaqué même à

froid, et produit des vapeurs rutilantes; cependant il exige encore un certain temps pour se dissoudre totalement sans le secours de la chaleur. Quand on échauffe le mélange, la dissolution se fait promptement. Après m'être assuré que le métal allié au tellurium n'était que du plomb*, et que le minerai ne contenait, outre ce métal, qu'une petite quantité d'argent, j'ai procédé à l'analyse comme il suit. La dissolution du tellure de plomb dans l'acide nitrique a été étendue de beaucoup d'eau, puis on y a versé de l'acide hydrochlorique et déduit la quantité de l'argent de celle du chlorure. L'argent était de 1,28 pour cent. Après avoir saturé d'ammoniaque la liqueur tellurée, on y versa de l'hydrosulfate d'ammoniaque en excès, qui donna naissance à du sulfure de plomb et à du sulfure de tellurium; le premier se précipita, tandis que le second fut dissout par l'excès de l'hydrosulfate. Au bout de 24 heures, la liqueur fut décantée et le précipité mis en digestion avec une nouvelle quantité d'hydrosulfate d'ammoniaque; après avoir laissé reposer le mélange pendant 24 heures, on le jeta sur un filtre aussi petit que possible, on sécha le résidu, et on le traita par l'acide nitrique fumant pour le convertir en sulfate de plomb, qui fut introduit dans un creuset de platine, desséché et calciné. La liqueur, séparée du sulfure de plomb par filtration, fut reprise par l'acide hydrochlorique et le précipité de sulfure de tellurium bouilli dans l'eau régale jusqu'à ce que la portion de soufre, mise en liberté, fût jaune; alors on filtra la liqueur, et on détermina la quantité de tellurium par le moyen sus-mentionné.

Le sulfate de plomb, calciné à différentes reprises, a éprouvé chaque fois une perte provenant de ce qu'il conte-

nait encore de l'oxide de tellurium qui avait échappé à l'action de l'hydrosulfate d'ammoniaque. La présence de cette petite portion de tellurium fut constatée par des essais au chalumeau. En échauffant le sulfate de plomb jusqu'au rouge, une partie de l'oxide de tellurium se volatilisa, tandis que l'autre resta en mélange avec ce sel ; par conséquent le poids du plomb fut évalué trop fort, celui du tellurium trop faible. La quantité du minerai était si petite qu'il m'était impossible de répéter l'analyse ; mais je me propose de la reprendre aussitôt que les autres minerais de l'Altaï seront arrivés à Berlin. Cependant l'analyse précédente rendit probable que la composition du tellure de plomb correspond à celle du tellure d'argent, et que cette combinaison renferme un atome de chaque métal. D'après cela, il serait composé, sur 100 parties, de

Argent.....	1,28 ;
Plomb.....	60,35 ;
Tellurium...	38,37.

Cependant ce résultat restera hypothétique jusqu'à ce que la justesse de l'analyse soit constatée par la répétition à l'aide d'une autre méthode.

On sait que le tellure de plomb n'est pas le seul minerai qui contient du plomb et du tellure. Ces métaux se trouvent aussi dans les mines de tellurium connues sous le nom de Blättererz et de Weisstellurerz, qu'on rencontre à Nagyag en Transylvanie. Cependant leur composition diffère de celle du tellure de plomb de Sawodinski, en ce que le premier contient en outre de l'or, le dernier de l'or et de l'argent. Leur aspect diffère aussi de celui du tellure de plomb.

(*Annalen der Physik und Chemie*, t. XVIII.)

NOTE *sur la Teinture de la soie en jaune doré par le sulfure de cadmium, et sur une coloration particulière de certaines substances organiques par la solution mixte de proto et de deuto-nitrate de mercure.*

PAR M. LASSAIGNE.

PLUSIEURS composés minéraux, remarquables par une couleur vive et solide, ainsi que par leur inaltérabilité à la lumière, ont déjà été appliqués à la teinture de certains tissus : tels sont, entre autres, l'hydro-ferro-cyanate de fer (bleu de Prusse), le sulfure jaune d'arsenic (orpiment) et le chromate de plomb.

Quelques-unes de ces applications sont aujourd'hui même exécutées en grand avec avantage dans plusieurs ateliers, et il est vraisemblable que par la suite, à mesure que de nouvelles expériences le feront connaître, le nombre des principes colorans, tirés du règne minéral, qu'on pourra employer dans la teinture, s'accroîtra.

Si les résultats que nous avons présentés à l'Académie des sciences, l'année dernière, ne peuvent trouver en ce moment d'application directe, nous aurons du moins fixé l'attention des chimistes sur plusieurs faits dont quelques-uns étaient, nous le pensons, encore inconnus.

Parmi les composés métalliques qui jouissent de la propriété d'être colorés par eux-mêmes, nous avons tenté une série d'expériences dans le but de les fixer sur les différens tissus ; les uns nous ont donné des résultats négatifs, et sur un petit nombre, nous avons seulement encore eu la satisfaction de réussir.

Le sulfure de cadmium, dont la couleur à l'état de

pureté est si vive et si belle, nous a particulièrement occupés.

Ce composé, dont la connaissance est une conséquence de la découverte du cadmium, peut être fixé sur la soie, comme nous l'avons observé, en imprégnant d'abord cette matière d'une certaine quantité de chlorure de cadmium, et la mettant ensuite en contact avec une solution faible d'hydro-sulfate de potasse ou de soude.

Il est facile d'exécuter cette opération en tenant la soie plongée dans une solution de chlorure de cadmium à une température de + 50° à + 60°, pendant 15 à 20 minutes, la tordant ensuite et la mettant en contact à la température ordinaire avec une solution étendue d'eau d'hydrosulfate de potasse.

Dès l'immersion de la soie dans cette liqueur, elle prend une teinte jaune-doré par le sulfure de cadmium qui se produit et qui reste intimement combiné à la substance de la soie. Suivant les quantités de chlorure de cadmium qui sont appliquées sur la soie, il est possible d'obtenir des nuances différentes du jaune pâle au jaune orangé ou doré.

Cette teinture par le sulfure de cadmium est inaltérable à la lumière solaire; les acides affaiblis et les solutions alcalines étendues d'eau ne lui font éprouver aucun changement.

La facilité avec laquelle la soie peut être teinte par le procédé que nous avons indiqué plus haut, doit faire présumer que si le cadmium devenait un jour plus commun, non-seulement son sulfure serait employé en peinture, comme il a déjà été proposé, mais que l'art de la teinture pourrait en tirer un parti avantageux pour

teindre certains tissus de soie en une couleur jaune brillante, inaltérable à l'air et à la lumière. La coloration des tissus par ce nouveau composé minéral n'aurait pas les inconvéniens qui sont naturellement attachés aux tissus teints en jaune par le sulfure d'arsenic et le chromate de plomb.

Les essais que nous avons entrepris sur la laine nous ont démontré que cette substance ne jouissait pas, comme la soie, de la propriété de se teindre facilement par le sulfure de cadmium; peut-être y parviendrait-on en modifiant un peu le procédé que nous avons exécuté sur la soie.

De l'action du proto-nitrate et du deuto-nitrate de mercure sur quelques substances azotées, et de la coloration de la laine et de la soie par cette dissolution mixte.

Une circonstance particulière nous a conduits à reconnaître la propriété colorante que possédait une dissolution de mercure dans l'acide nitrique, faite à l'aide d'une douce chaleur, lorsqu'on la mettait en contact avec un tissu de soie ou de laine, à une température de + 30° à + 40°.

M. Lebaillif, qui s'occupe, comme on le sait, avec un zèle infatigable de recherches chimiques et microscopiques, nous fit part de la coloration en rouge nacarat qu'il avait remarquée, en mettant en contact avec une dissolution nitrique de mercure, certaines parties de végétaux et principalement celles dans lesquelles on rencontrait des substances azotées. Ce savant recherchа

bientôt sur un grand nombre de substances l'effet de ce réactif; et il reconnut que les matières animales produisaient surtout cette coloration avec la dissolution mercurielle; que, parmi les matières végétales, cette couleur ne se manifestait que sur celles qui admettaient au nombre de leurs principes des matériaux plus ou moins azotés. Toutefois, il observa la nullité d'effet en mettant en contact ces mêmes substances, et séparément, avec le deuto-nitrate de mercure et le proto-nitrate du même métal.

Ces premiers résultats nous ayant été communiqués par M. Lebaillif, nous fîmes ensemble de nouveaux essais, et nous ne tardâmes pas à reconnaître que la coloration se produisait constamment lorsqu'on agissait avec une dissolution nitrique de mercure, contenant tout à la fois du proto-nitrate et du deuto-nitrate, comme cela a lieu dans la dissolution nitrique faite à une douce chaleur.

La manifestation de la couleur est si prompte, qu'après avoir humecté avec la dissolution mercurielle une matière animale solide, telle que du blanc d'œuf desséché, du caséum, de la corne, etc., etc., on la voit rougir légèrement en moins de 8 à 10 secondes, et prendre ensuite une belle couleur rouge cramoisi lorsqu'on l'expose à une douce chaleur, en la plaçant sur une lame de platine, à la distance de 5 à 6 pouces de la flamme d'une bougie.

Pour déterminer le même effet avec une matière animale liquide, telle que du lait, du mucus, de la gélatine dissoute, on verse sur une goutte de cette matière une goutte de la dissolution nitrique de mercure, on délaye

ensuite avec un tube le précipité qui s'y forme, et on chauffe comme nous l'avons indiqué.

La connaissance de ces premiers résultats nous suggéra l'idée d'examiner sur un grand nombre de matériaux organiques simples et composés l'action de ce nouveau réactif; car, comme il a été dit plus haut, nous avions observé, M. Lebaillif et moi, qu'il colorait principalement les matières azotées et toutes les substances végétales où il s'en trouvait naturellement à l'état de mélange ou de combinaison.

Il est facile de vérifier directement ces résultats en opérant à part sur de l'*amidon pur* de froment et du *gluten*; on s'assure aisément qu'il est possible de reconnaître les plus petites quantités de gluten dans de l'amidon par la coloration rose qu'il prend en l'humectant avec la dissolution nitrique de mercure, et l'exposant à une douce chaleur.

Nous avions d'abord pensé que toutes les substances organiques azotées pouvaient se colorer ainsi par cette dissolution; mais les essais nombreux que nous avons entrepris nous ont appris qu'il y avait des exceptions, sans qu'on puisse bien signaler encore à quelles causes elles sont dues.

Afin de présenter ces résultats comparatifs, nous les avons consignés dans le tableau suivant:

SUBSTANCES rougissant par la solution mixte du proto et du deuto-nitrate de mercure.	SUBSTANCES ne rougissant pas par la même solution.
Fibrine.	Urée solide et dissoute.
Albumine desséchée.	Acide urique (jaunit un peu).
Albumine liquide.	Acide allantoïque.
Albumine végétale.	Oxide cystique.
Gélatine.	Osmazôme.
Caséum.	Cholestérine (jaunit).
Gluten.	Picromel (jaunit).
Corne.	Sucre de lait.
Ongle.	Froment.
Lait.	Sucre de cannes.
Membrane séreuse.	——— de betteraves.
Membrane muqueuse.	Amidon pur de froment.
Membrane fibreuse.	Amidon de pommes de terre.
Laine filée.	Ligneux pur.
Soie filée.	Papier blanc.
Morceau d'amande douce.	Fil blanc de coton.
Papier gris inférieur.	Fil blanc de lin.
Farine de froment.	Quinine } jaunissent.
Parenchyme des os.	Cinchonine } jaunissent.
Matière albumineuse du cerveau.	Morphine } deviennent jaunes et ensuite brunes.
	Narcotine } deviennent jaunes et ensuite brunes.
	Acide oxalique.
	Acide tartrique.
	Acide malique.
	Acide mucique.

D'après l'inspection du précédent tableau, l'on reconnaît 1° que la coloration en rouge amaranthe par la dissolution mercurielle ne se produit pas également avec toutes les substances azotées; 2° que, parmi ces dernières, il s'en trouve plusieurs qui ne jouissent pas de cette propriété, et principalement celles qui renferment le plus d'azote au nombre de leurs élémens; 3° que les substances animales placées par les chimistes au rang des principes immédiats neutres présentent, à quelques exceptions près, ce caractère particulier; 4° qu'entre les substances végétales composées, celles qui contiennent

au nombre de leurs principes constituans une matière azotée appartenant à cette classe, deviennent plus ou moins rouges en les chauffant doucement avec la dissolution mercurielle; 5° que cette réaction de la dissolution mercurielle peut servir avec avantage, comme nous l'avons établi plus haut dans cette Notice, pour distinguer la pureté de plusieurs principes immédiats des végétaux, tels que l'*amidon*, le *sucre*, la *gomme arabique*, le *ligneux*, c'est-à-dire, si ces principes particuliers ne sont point mêlés à quelques matières azotées de l'ordre de celles que nous avons indiquées.

Les résultats énoncés plus haut nous ont suggéré l'idée d'essayer si la laine et la soie filées pouvaient être teintes par la réaction de cette dissolution mercurielle.

Les expériences entreprises à cet égard nous ont démontré qu'il était possible de communiquer à ces substances une couleur amaranthe plus ou moins foncée, en les mettant en contact, à une température de + 45° à + 50°, pendant 10 à 15 minutes, dans une dissolution nitrique de mercure, faite dans la proportion d'une partie de mercure sur deux parties d'acide nitrique à 28°.

Cette dissolution opérée à une douce chaleur est ensuite exposée pendant 4 à 5 minutes à une température capable de la faire bouillir, afin de transformer une partie du proto-nitrate de mercure en deuto-nitrate.

Pour s'en servir, on l'étend de son volume d'eau distillée, et on y plonge la soie ou la laine à la température indiquée; il n'est pas nécessaire que les fils plongent entièrement dans la solution, il suffit seulement qu'ils en soient bien imprégnés pour que la coloration se manifeste.

Dans les différentes opérations que nous avons faites, nous avons donné à la soie une teinte rouge-amaranthe assez solide, qui paraît résister assez long-temps à l'action de la lumière, et qui n'est point altérée à froid, ni par les solutions alcalines, ni par les acides sulfurique et sulfureux étendus d'eau.

Cette coloration particulière nous paraît due à une combinaison du sel mercuriel avec la substance de la soie, car cette dernière, teinte par ce procédé, brunit lorsqu'on la met dans la solution d'un hydrosulfate.

Nous avons constaté que 100 parties de soie blanche parfaitement desséchée avaient augmenté, après leur coloration par la dissolution mercurielle, de 17 à 18 $\frac{1}{2}$.

Analyses *de différentes variétés d'or natif.*

Par Mr J.-B. Boussingault.

Dans mon travail sur la composition de l'or natif argentifère, j'ai cherché à établir que, dans leurs alliages naturels, l'or et l'argent se trouvaient combinés en proportions définies; les résultats que je vais faire connaître sont une confirmation de ceux que j'ai obtenus précédemment; de plus, ils établissent l'existence de l'or pur et celle de la combinaison d'un atome d'argent avec 12 atomes d'or, combinaison dont je n'avais fait que soupçonner l'existence. Les échantillons d'or natif que j'ai examinés provenaient de différentes mines de la Nouvelle-Grenade : le procédé que j'ai suivi a été celui de la

coupellation que je considère comme le plus exact, en même temps qu'il est le plus expéditif.

Or de la Vega de Supia. Pépite du poids de 8^{gr},20, de couleur jaune sale, souillée par de l'oxide de fer, provenant d'une alluvion de syénite et grunstein porphyrique, a donné à l'analyse :

Or..............	6^{g},20	0,821 = 5 atom.	0,821.
Argent...........	1 ,36	0,179 = 1 atom.	0,179.
Matières étrangères.	0 ,64.		

Or de Quiebralomo, mine de San Bartolomé. Lame d'or, d'une très-belle couleur, enchassée dans un fragment de quartz d'un filon situé dans le porphyre altéré. La lame soumise à l'analyse pesait 5^{g},75 ; elle a donné :

Or...............	5^{g},01	0,919 = 12 atom.	0,917.
Argent...........	0 ,44	0,081 = 1 atom.	0,083.
Matières étrangères.	0 ,30.		

Or de Marmato, mine de Sebastiana libre. En cristaux d'une couleur jaune de laiton, s'est trouvé dans l'intérieur d'un morceau de pyrite.

10^{g},60 ont donné, à l'analyse :

Or...........	7^{g},55	0,744 = 3 atom.	0,734.
Argent.......	2 ,60	0,256 = 1 atom.	0,266.
Pyrite........	0 ,45.		

Or de Giron. Les lavages d'or de Giron ont lieu dans une alluvion composée de débris de roches schisteuses, et qui se trouve au pied d'une bande de gneiss passant au micaschiste, comme on peut l'observer à Xavoncillo, sur la route de Bucaramanga à Cacota de Matanzæ. Le mica de la roche de Xavoncillo est en petites lamelles

d'un blanc argentin. Cette roche renferme de nombreuses veines de quartz blanc, opaque et fendillé; elle passe bientôt à une superbe variété de micaschiste à grandes feuilles de mica blanc; un peu plus loin, le micaschiste contient des cristaux de feldspath blanc disséminés dans sa masse, ce qui lui donne un aspect porphyroïde. Les roches schisteuses de Xavoncillo plongent vers l'ouest sous une inclinaison de 30 à 40 degrés, ce qui indiquerait qu'elles reposent sur le groupe de syénite et grunstein porphyrique dans lequel se trouvent les riches mines d'or de Pamplona.

L'or qui s'extrait de l'alluvion de Giron est d'une telle ténuité que les orpailleurs ne peuvent pas achever le lavage dans leur auge (batea) : une fois qu'ils ont obtenu le fer titané (arenilla), dans lequel l'or se trouve disséminé, ils sont obligés, pour recueillir ce métal, d'employer le mercure.

10 gr. d'or de Giron ont donné :

Or.....	$9^g,19$ =	12 atomes.
Argent..	0 ,80 =	1 atome.

En compulsant les registres des essayeurs de Bogota, on trouve plus de 200 essais d'or de Giron qui s'accordent avec cette formule.

Or de Bucaramanga. L'alluvion de Bucaramanga est une continuation de celle de Giron et l'or provenant de ces deux localités est ordinairement au même titre; quelquefois cependant on tombe sur des veines qui donnent de l'or presque pur.

Un échantillon d'or de Bucaramanga envoyé dernièrement à Santa-Fé de Bogotà contenait :

Or.........	0,98 ;
Argent......	0,02.

Santa-Fé de Bogotà, novembre 1829.

Gaz *light naturel*.

Le village de *Fredonia*, dans la partie orientale de l'état de New-York, à 40 milles de Buffalo et à 2 milles du lac Erié, renferme un gazomètre où l'on recueille le gaz provenant d'un trou d'un pouce et demi de diamètre qu'on a pratiqué dans le sol à travers une roche calcaire fétide. Des bulles, qui se dégageaient incessamment à la surface du ruisseau Canadaway, donnèrent l'idée de cette opération.

Le gazomètre alimente 100 becs.

Le prix *annuel* de l'éclairage est de 7 à 8 francs par bec.

(*Journ. de Silliman*, t. XVII, p. 398.)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Décembre* 1836.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	757,14	+ 0,0	88	757,43	+ 0,7	89	756,96	+ 1,0	85	757,53	− 0,2	88	+ 1,0	− 0,2	Brouillard épais.	N. E.
2	754,57	− 0,8	89	753,30	+ 0,3	87	751,80	+ 0,5	88	750,00	+ 1,3	89	+ 1,3	− 1,0	Brouillard.	S. E.
3	746,80	+ 4,0	88	746,60	+ 7,7	86	746,18	+ 9,2	87	746,88	+ 7,5	90	+ 9,2	+ 3,0	Couvert.	S. E.
4	748,96	+ 6,5	90	749,74	+ 5,5	86	750,35	+ 5,5	85	752,05	+ 3,5	86	+ 7,3	+ 3,5	Brouillard très-épais.	O. N. O.
5	752,75	+ 2,5	86	751,64	+ 4,2	80	749,55	+ 3,7	89	745,20	+ 4,0	88	+ 4,2	+ 2,2	Couvert.	N. E.
6	739,23	+ 5,5	88	738,55	+ 9,0	86	737,80	+1[illegible],5	85	737,50	+ 6,0	87	+10,5	+ 4,0	Couvert.	S.
7	737,35	+ 7,5	86	737,30	+10,0	80	736,98	+ 9,0	81	736,26	+ 7,7	84	+10,0	+ 7,2	Couvert.	S. S. O. fort.
8	735,00	+ 8,8	86	736,50	+10,0	84	737,50	+ 9,8	85	738,40	+ 7,0	89	+10,0	+ 7,0	Couvert.	O. S. O.
9	732,30	+ 8,5	85	731,27	+ 9,2	86	729,42	+ 9,5	86	729,87	+ 7,5	88	+10,0	+ 7,5	Couvert.	S.
10	731,38	+ 6,5	86	733,80	+ 8,8	82	736,24	+ 7,8	83	740,13	+ 4,4	85	+ 8,8	+ 4,4	Couvert.	O.
11	744,40	+ 3,5	85	744,45	+ 6,2	82	744,40	+ 5,2	85	744,00	+ 3,7	89	+ 6,2	+ 1,5	Quelques éclaircies.	S. O.
12	743,30	+ 2,5	90	744,37	+ 4,8	85	74[illegible],40	+ 4,8	83	751,66	+ 3,3	88	+ 4,8	+ 2,3	Couvert.	O. N. O.
13	761,10	+ 1,0	78	762,16	+ 2,5	70	763,43	+ 3,0	65	765,93	− 0,2	85	+ 3,2	− 0,5	Nuageux.	N. O.
14	768,88	− 0,8	85	768,58	+ 2,5	80	768,88	+ 4,0	60	769,40	+ 1,9	81	+ 4,0	− 1,3	Nuageux.	N. O.
15	769,24	+ 1,2	80	768,50	+ 2,7	71	767,66	+ 2,5	70	76[illegible],00	+ 1,3	81	+ 2,7	+ 1,1	Couvert.	N. O.
16	763,95	− 1,8	64	763,92	− 2,0	70	763,70	− 0,8	71	763,32	− 1,5	71	− 0,8	− 2,0	Neige.	N.
17	760,20	− 1,7	76	757,58	− 0,5	74	756,58	+ 0,5	71	755,05	− 0,5	84	+ 0,7	− 2,0	Couvert.	N.
18	757,46	− 0,3	85	757,70	+ 2,0	78	758,16	+ 1,3	82	760,18	− 0,0	84	+ 2,0	− 0,3	Nuageux.	N. N. O.
19	762,90	− 4,0	80	761,56	− 0,5	72	760,95	− 1,0	70	756,30	− 1,5	74	− 0,5	− 5,0	Nuageux.	N.
20	744,20	+ 2,8	85	744,56	+ 4,5	78	744,62	+ 5,0	72	746,80	+ 3,3	76	+ 5,0	+ 2,0	Nuageux.	O.
21	751,87	+ 2,0	76	752,70	+ 4,2	73	753,58	+ 4,0	70	755,33	+ 1,5	82	+ 4,5	+ 1,5	Nuageux.	N. O.
22	751,85	+ 5,3	86	750,70	+ 7,5	86	748,98	+ 8,8	84	746,02	+ 7,5	88	+ 8,8	+ 3,8	Pluie.	S. O.
23	745,15	+ 1,2	84	744,53	+ 3,7	78	744,43	+ 3,5	77	744,75	+ 0,2	88	+ 3,7	+ 0,2	Nuageux.	S. O.
24	742,92	− 2,5	85	742,50	− 2,0	60	741,73	− 4,0	48	741,35	− 8,5	68	− 1,5	− 8,5	Voilé.	N. O.
25	740,70	− 6,9	76	740,80	− 5,5	72	741,60	− 4,0	67	743,43	− 8,0	80	− 4,0	− 8,7	Nuageux.	N. O.
26	743,90	− 3,0	71	743,10	− 1,2	60	742,27	− 1,6	66	740,23	− 2,5	80	− 1,3	− 4,3	Nuageux.	S. S. O.
27	737,00	− 2,2	86	738,76	+ 2,2	86	739,83	+ 2,0	84	740,18	+ 2,0	88	+ 2,0	− 3,0	Neige.	O.
28	739,06	+ 2,5	86	737,70	+ 5,0	86	737,80	+ 3,3	86	746,68	+ 2,7	87	+ 5,8	+ 2,0	Nuageux.	S.
29	754,16	+ 0,7	84	753,86	+ 3,5	84	753,10	+ 3,7	82	750,60	+ 2,0	85	+ 3,7	+ 0,0	Nuages.	S. S. O.
30	746,63	+ 7,8	84	744,26	+ 6,8	82	743,33	+10,5	75	743,33	+ 7,5	80	+10,5	+ 2,0	Nuageux.	S. E.
31	745,82	+ 8,0	82	745,94	+ 9,5	85	746,25	+ 9,2	82	749,14	+ 4,2	84	+ 9,5	+ 4,2	Pluie.	S. O.
1	743,55	+ 4,9	87	743,61	+ 6,5	85	743,28	+ 6,6	85	743,37	+ 4,9	87	+ 7,2	+ 3,8	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	757,56	+ 0,2	81	757,34	+ 2,2	76	757,48	+ 2,5	73	757,96	+ 1,0	81	+ 2,7	− 0,4	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 5,390
3	745,37	+ 1,2	82	744,08	+ 3,1	77	744,81	+ 3,2	75	74[illegible],55	+ 0,8	83	+ 3,8	− 1,0	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 4,150
	748,71	+ 2,1	84	748,53	+ 3,8	79	748,40	+ 4,1	77	748,85	+ 2,2	84	+ 4,6	+ 0,7	Moyennes du mois,	+ 2,6.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

De l'Hématosine, ou matière colorante du sang; par M. *L.-R. Le Canu.* Page 5

Mémoire du docteur *Étienne Marianini*, sur la théorie chimique des électromoteurs voltaïques simples et composés. (Traduit de l'italien.) 28

Sur le Mélange de la farine de froment avec d'autres farines; par M. *Rodriguez.* 55

Mémoire sur les chlorures d'iode; sur un nouveau procédé pour obtenir promptement l'acide iodique absolument pur; et sur un moyen de précipiter la plus petite quantité de l'un quelconque des alcalis végétaux dans leur dissolution alcoolique; par M. *Sérullas.* 59

Note sur l'Inflammation spontanée des charbons pulvérisés; par M. *Aubert.* 73

Sur la Fabrication du verre d'optique; par M. *Faraday.* 85

Analyse des composés du chloride d'or avec le chlorure de potassium et avec le chlorure de sodium; par M. *J. Berzélius.* 101

Lettre de M. *Matteucci* à M. *Arago*, sur l'action de la pile. 106

Moyen de reconnaître la présence des chlorures dans les bromures; par M. *Cailliot.* 108

Note sur la décomposition du chlorure de chrome par la chaleur; par M. *H. Gaultier de Claubry.* 109

Observations météorologiques du mois de septembre. 112

Suite et fin du Mémoire du docteur *Etienne Marianini*, sur la théorie chimique des électromoteurs voltaïques simples et composés. 113

Suite. Sur la Fabrication du verre d'optique; par M. *Faraday*. 158

Séparation du chlore et du brome contenus dans un mélange de chlorure et de bromure alcalins. — Moyen de reconnaître lorsqu'une dissolution de chlorure d'iode est à l'état de chlorure ou à l'état d'acide iodique et d'acide hydrochlorique; par M. *Sérullas*. 190

Action de l'acide bromique et de l'acide chlorique sur l'alcool; par M. *Sérullas*. 203

Recherches sur les systèmes de montagnes et les volcans de l'intérieur de l'Asie; par M. *Alex. de Humboldt*. 208

Examen chimique de la membrane rétine et des nerfs optiques; par M. *Lassaigne*. 215

Sur l'Absorption de l'oxigène par l'argent, à une température élevée; par M. *Gay-Lussac*. 221

Nouvel œnomètre, ou instrument pour déterminer la quantité d'alcool contenue dans le vin ou tout autre liquide spiritueux; par M. *Emile Tabarié*. 222

Observations météorologiques du mois d'octobre. 224

Suite. Sur la Fabrication du verre d'optique; par M. *Faraday*. 225

Sur l'Acide perchlorique (chlorique oxigéné); par M. *Sérullas*. 270

Mémoire sur les Iodates et Chlorates des alcalis végétaux; par M. *Sérullas*. 274

Mémoire sur le Composé cristallin qui se forme dans la préparation de l'acide sulfurique; par M. *Gaultier de Claubry*. 284

Recherches sur les Substances organiques azotées ; par MM. *A. Plisson* et *Henry* fils. 304
Sur la Décomposition des sels métalliques à l'aide de la pile voltaïque ; par M. *Charles Matteucci*. 322
Analyse d'un nouveau minéral trouvé dans le Paramo-Rico, près Pamplona ; par M. *J.-B. Boussingault*. 325
Analyse de l'eau minérale de Païpa, près Tunja (Amérique du Sud); par M. *J.-B. Boussingault*. 329
Extrait d'une lettre de M. Berzélius à M. Dulong. 332
Observations météorologiques du mois de novembre. 336

Sur les Volcans de l'Asie centrale ; par M. *de Humboldt*. 337
Sur les Volcans du Japon ; par M. *Klaproth*. 348
Mémoire sur la Détermination de l'échelle du thermomètre de l'Académie del Cimento ; par M. *G. Libri*. 354
Mémoire sur les Caves froides de Roquefort ; par M. *Girou de Buzareingues*. 362
Notice sur la Configuration de l'équateur magnétique, conclue des observations faites dans la campagne de la corvette *la Coquille* ; par M. *L.-E. Duperrey*. 371
Résumé des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en 1830. — Tableau de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de *Saussure*. 387. — Tableau des *maxima* et des *minima* moyens du thermomètre centigrade, en 1830. 388. — Tableau des variations extrêmes du thermomètre centigrade, dans chacun des mois de l'année 1830. *Ibid.* — Tableau des plus grandes variations que le thermomètre centig. ait éprouvées en vingt-quatre heures, dans chacun des mois de l'année 1830. 389. — Tableau de la marche moyenne du baromètre en 1830. *Ibid.* — Tableau des plus grandes variations du baromètre, dans chacun des mois de 1830. 390. — Tableau de la quantité de pluie qu'on a recueillie en 1830, tant sur la terrasse de l'Observatoire que dans

la cour. *Ibid.* — Tableau des crues de la Seine en 1830, observées au pont de la Tournelle. 391. — Etat des vents, à Paris, en 1830. *Ibid.* — Etat du ciel, à Paris, en 1830. 392. — Taches solaires en 1830. *Ibid.* — Tremblemens de terre en 1829 et 1830. 395-402. — Aurores boréales observées en 1829 et 1830. 403-415. — Chutes d'aérolithes. 416. — Pluies de terre. 417-419. — Analyse du fer météorique de la Louisiane. 420. — Propagation remarquable du vent. *Ibid.* — Considérations sur les vents du nord et du sud. 421 — Trombe sur le lac de Neuchâtel. 424. — Sur deux nouveaux minerais de tellure de l'Altaï. 425

Note sur la teinture de la soie en jaune doré par le sulfure de cadmium, et sur une coloration particulière de certaines substances organiques par la solution mixte de proto et deuto-nitrate de mercure; par M. *Lassaigne*. 433

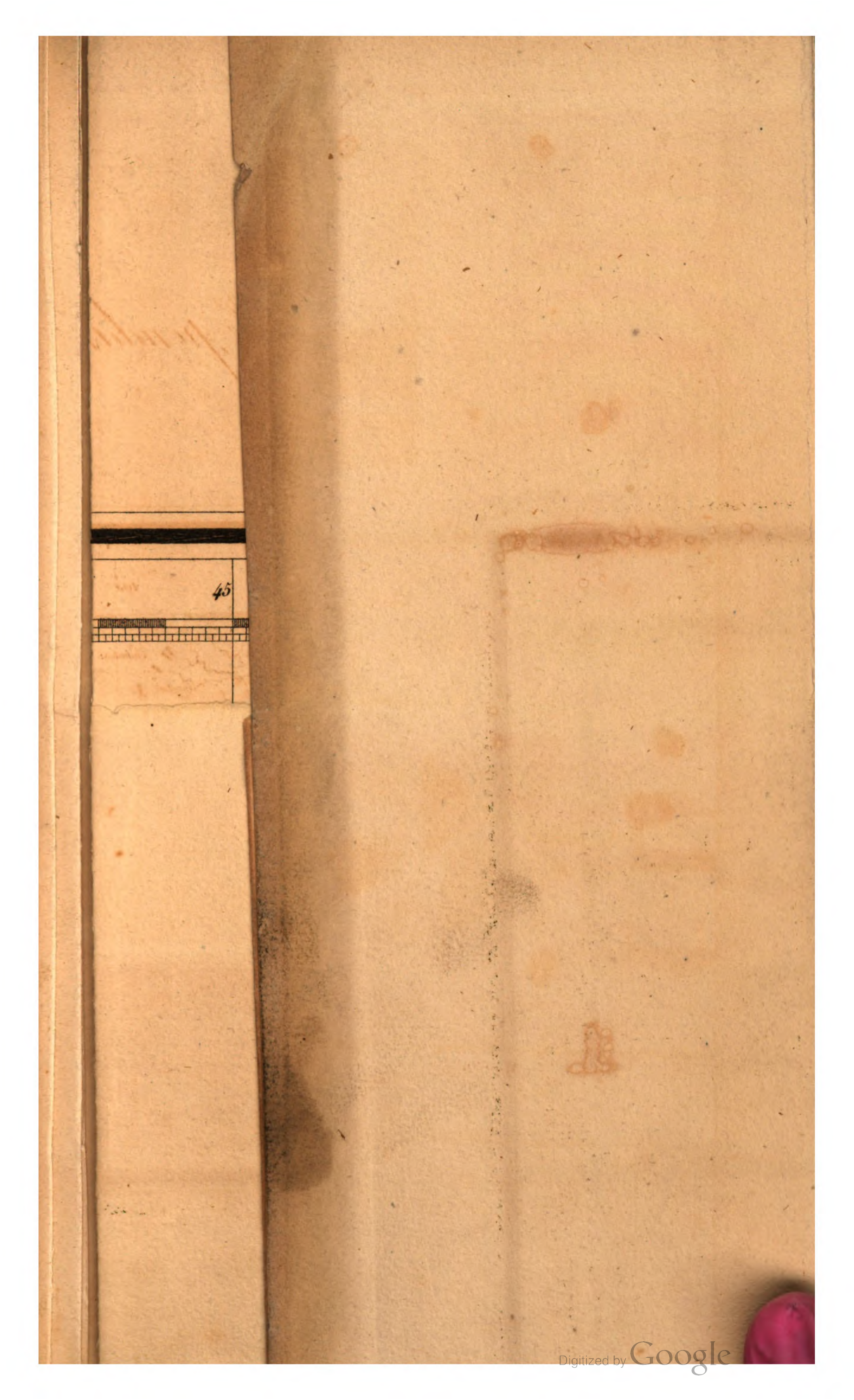
Analyses de différentes variétés d'or natif; par M. *J.-B. Boussingault*. 440

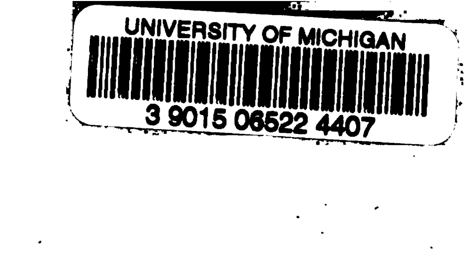
Gaz light naturel. 443

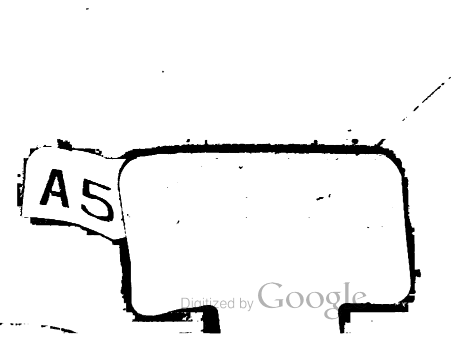
Observations météorologiques du mois de décembre. 444

FIN DE LA TABLE DU QUARANTE-CINQUIÈME VOLUME.


Pour les fig. 5.6
2
3 Pieds.
Gravé par LeBlanc.


45


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06522 4407


A5